# DE NIEUWSTE VERBETERINGEN

VAN HET

# MIKROSKOOP

EN ZIJN GEBRUIK.

# DE NIEUWSTE VERBETERINGEN

VAN HET

# MIKROSKOOP

EN

## ZIJN GEBRUIK,

SEDERT 1850.

DOOR

P. HARTING,
*Hoogleeraar aan de Utrechtsche Hoogeschool.*

MET TWEE PLATEN.

Te TIEL, bij
H. C. A. CAMPAGNE.
1858.

# VOORBERIGT.

*Vooruitgang is de leus van onzen tijd. Toen ik in* 1850 *het derde deel van mijn werk :* Het Mikroskoop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand, *in het licht gaf, mogt ik aannemen, dat het aan het laatste gedeelte van zijnen titel voldeed. Thans doet het dit reeds niet meer. De sedert verloopen zeven jaren zijn vruchtbaar geweest in nieuwe vindingen, in verbeteringen van allerlei aard, die in een boek over het Mikroskoop, dat nu het licht zoude zien, niet zouden mogen gemist worden. In de hoogduitsche vertaling van genoemd werk, door Professor* Theile *te Weimar, welke eerlang de pers zal verlaten, zal de lezer dan ook, vertrouw ik, het meeste bijeen gebragt vinden, wat de ervaring der laatste jaren geleerd heeft. Voor den eigenaar der oorspronkelijke uitgave mogt het wenschelijk heeten, bij wijze van supplement daarop, de voor de Hoogduitsche uitgave verzamelde toevoegsels afzonderlijk te ontvangen.*

*Ik bied hem deze aan, in de hoop dat deze bladen een even gunstig onthaal als hunne voorgangers mogen vinden.*

Utrecht,
*December* 1857.

Harting.

# INHOUD.

# HET ENKELVOUDIG MIKROSKOOP EN DE LOUPE.

1. **H**et enkelvoudig mikroskoop, dat vroeger zulke groote diensten aan de wetenschap bewezen heeft, is sedert de aanzienlijke verbeteringen, welke het zamengestelde mikroskoop ondergaan heeft, meer en meer op den achtergrond getreden. Wel gaan de vervaardigers van optische werktuigen nog steeds voort in het brengen van kleine wijzigingen in den mechanischen toestel, doch optisch staat het nog op dezelfde hoogte als in 1829, toen Wollaston de wijze leerde, om het van goede doubletten te voorzien.

Doch alhoewel dit werktuig voor hem die zich rustig op zijne studeerkamer met mikroskopische onderzoekingen bezig houdt, grootendeels zijne beteekenis verloren heeft, zoo is het niet te ontkennen, dat het voor den reizenden natuuronderzoeker nog steeds eene eigene waarde heeft, daarin bestaande dat het eene veel geringere ruimte dan het zamengestelde werktuig inneemt en derhalve gemakkelijker kan worden medegevoerd, terwijl het bovendien niet alleen tot waarneming maar ook tot ontleding der voorwerpen dienen kan, tot welk laatstgemelde doel wel is waar een regtkeerend zamengesteld mikroskoop mede uitnemend geschikt is, maar zich daartoe aan den reiziger, die soms al, wat hij medevoert, zelf ge-

noodzaakt is te dragen, door zijnen grooteren omvang en gewigt minder aanbeveelt.

2. Terwijl ik dus andere kleine wijzigingen, die door sommigen daarin gemaakt zijn, als van weinig of geen belang zijnde, voorbij ga, vermeld ik hier in de eerste plaats het zak-dissectie-mikroskoop van Quekett, volgens zijn voorschrift door Highley te Londen vervaardigd en afgebeeld in fig. 1, 2 en 3 op Pl. I, omdat het aan groote beknoptheid in alle zijne deelen doelmatigheid van inrigting paart.

Fig. 1 stelt het werktuig voor, gereed tot gebruik. In fig. 2 is het afgebeeld, zoo als het zich aan de onderzijde vertoont, nadat de spiegel en de lenzen weder in de voor hen bestemde uitholingen zijn geborgen. In fig. 3 eindelijk ziet men het werktuig, nadat de beide wigvormige kanten, waarop het tafeltje rust, zijn toegeslagen, zoodat de eene de andere bedekt, terwijl een caoutchoucring dient, om hen bijeen te houden.

In dien toestand heeft het geheel eene hoogte van $1\frac{1}{2}$ E. duim en eene oppervlakte van $3\frac{1}{2}$ duim in het vierkant, zoodat het tafeltje dus nog genoeg ruimte aanbiedt, om daarop, bij het ontleden van eenig voorwerp onder de lens, het voorste gedeelte der handen te doen rusten.

Met drie lenzen, van 1 duim, $\frac{1}{2}$ duim en $\frac{1}{4}$ duim brandpuntsafstand, levert Highley dit mikroskoop voor $31\frac{1}{2}$ Shill. (*f* 19).

Natuurlijk kunnen er ook lenzen en doubletten van nog korteren brandpuntsafstand bij gebruikt worden, hoewel bij sterkere vergrootingen de verlichtingstoestel te kort zal schieten. Ook levert Highley er aan degenen die zulks verlangen een afzonderlijk zamengesteld mikroskoopligchaam bij, als mede

achromatische lenzenstelsels, zoo dat men dan in een kort bestek beide werktuigen vereenigd heeft.

Aan het laatstgenoemde doel, de vereeniging namelijk van één enkelvoudig en een zamengesteld mikroskoop, beantwoordt ook een door Nachet te Parijs, volgens het denkbeeld van Cosson, vervaardigd werktuig, dat wel is waar minder beknopt van vorm dan het vorige is, maar welks geheele inrigting grootere vastheid en stevigheid belooft, daar het werktuig niet gesteund wordt door een houten voetstuk, maar de lange voorwerptafel rust op drie korte koperen zuiltjes.

Voorzien van 3 doubletten, 2 objectiefstelsels en 1 oculair kost dit mikroskoop 120 francs en is voorzeker voor de meeste onderzoekingen volkomen toereikend.

De enkelvoudige mikroskopen van Carl Zeiss te Jena, reeds vroeger door Schleiden (1), later ook door Schacht (2) aanbevolen als inzonderheid voor het prepareren op de voorwerptafel zeer geschikte werktuigen, zijn voorzien van vier doubletten van 15, 30, 46 en 120 malige en een triplet van 200 malige vergrooting. Zij geven volgens genoemden een bij uitstek klaar en scherp beeld. Alleen de drie zwakste doubletten kunnen bij het prepareren gebruikt worden. Wanneer het mikroskoop alleen van dezen voorzien is, kost het 18 Thal., zijn er bovendien de beide andere stelsels bijgevoegd, 26 Thal.

3. Het is ook hier de plaats om te gewagen van de loupe van Brücke, door hem, naar een werktuig van eigen za-

---

(1) *Augsburger Algemeine Zeitung*. 1847. No. 289 en 297. *Grundzüge der Botanik*. 3te Ausg. I p. 98.

(2) *Das Mikroskop und seine Anwendung*. Berlin 1851 s. 22. *Botan. Zeitung* 1852 s. 598.

menstelling, beschreven in de zitting van 8 Mei 1851 der Keizerlijke Akademie te Weenen (1).

Het beginsel, waarop deze loupe berust, is: dat men, door eene holle lens op verschillende afstanden boven eene bolle lens of een lenzenstelsel te brengen, de vergrooting daarvan binnen zekere grenzen naar willekeur versterken kan.

Het is blijkbaar aan Brücke onbekend geweest, dat dit beginsel reeds voor vele jaren door Chevalier in toepassing is gebragt en dat eene dergelijke inrigting, bestaande uit eene achromatische concave lens en een doublet door hem niet alleen beschreven is (2), maar dat hij haar, even als Brücke, als bijzonder geschikt voor het onderzoek van zieke oogen heeft aanbevolen.

Hoe dit zij, Brücke heeft zijne loupe zamengesteld uit de twee achromatische lenzen van een aplanatisch oculair, behoorende bij een mikroskoop van Plössl, en uit een gewoon hol glas van een tooneelkijker, te zamen verbonden door een buis van 9 centim. lengte en 4 centim. doormeter. Daardoor verkreeg hij, voor eenen duidelijkheidsafstand van 8 Par. duim., eene vergrooting van 6,6 maal, terwijl het oog van het te onderzoeken voorwerp 16,5 centim. verwijderd bleef. De middellijn van het gezigtsveld bedroeg 14 millim.

Later heeft Nachet dergelijke loupen gemaakt, welke zeer na met die van Brücke overeenkomen. Zij bestaan uit twee in elkander glijdende buizen, even als een gewone kleine tooneelkijker. Aan het vooreinde der wijdere buis bevindt zich de doublet, zamengesteld uit twee plano-convexe

(1) *Sitzungsberichte* 1851. Bd. VI s. 554.

(2) Zie de Hoogduitsche vertaling van het werk van Chevalier, *Die Mikroskope und ihr Gebrauch*, 1843 s. 38, en mijne aanhaling in *Het Mikroskoop* III. bl. 82.

lenzen van 24 millim. middellijn, die met de bolle zijden naar elkander zijn toegekeerd en te zamen eenen brandpunts afstand van 50 millim. hebben. Aan het tegenovergestelde einde der naauwere buis is een biconcave (niet achromatische) lens aangebragt. De afstand tusschen beiden bedraagt 4,4 centim. bij geheel ingeschoven, 6,7 centim bij geheel uitgetrokken binnenste buis. De afstand van het voorwerp tot aan de voorvlakte der doublet is 7,6 centim. Wanneer de holle lens tot op den kortsten afstand van deze gebragt is, bedraagt de vergrooting 5,6 maal (voor 25 centim. duidelijkheidsafstand), de middellijn van het gezigtsveld 14 millim, en de oogsafstand van het voorwerp 14,1 centim. Wordt de binnenste buis geheel uitgetrokken, dan stijgt de vergrooting tot 9 maal, de middellijn van het gezigtsveld is daarbij 8 millim., en de oogsafstand 16,2 centim.

Uit deze gegevens kan men de praktische bruikbaarheid van dit kleine werktuig beoordeelen. Voor zulke gevallen, waar slechts een klein gedeelte van eenig voorwerp op eens behoeft overzien te worden, maar het vooral wenschelijk is de loupe en het oog op eenen tamelijk grooten afstand daarvan verwijderd te houden, verdient het de voorkeur boven eene gewone loupe van gelijk vergrootend vermogen. Voor het onderzoek van oogen, van exanthemen, is het derhalve geheel op zijne plaats, en het is de verdienste van Brücke daarop op nieuw opmerkzaam te hebben gemaakt. Waar het echter noodig is onder de loupe te arbeiden, gelijk bij anatomische onderzoekingen, daar levert het weinig voordeel op, dewijl de geringere doormeter van het gezigtsveld niet wordt opgewogen door den grooteren afstand van het voorwerp, die bovendien bij enkelvoudige loupen van gelijke vergrooting, nog ruim groot genoeg is, om zonder moeite daaronder te arbeiden.

4. Eindelijk verdienen ook nog de loupen met cylindrische oppervlakten, die sedert weinige jaren in gebruik zijn gekomen, eene korte vermelding. Zij zijn biconvex en in dier voege geslepen, dat de beide assen der cylinders, waarvan de oppervlakten der loupe deelen uitmaken, loodregt op elkander staan.

Wie dergelijke loupen het eerst vervaardigd heeft, is mij onbekend, maar ik heb ze het eerst gezien bij horologiemakers, later ook als vergrootglazen voor stereoskopen. Ofschoon zij eene aanmerkelijke chromatische aberratie hebben, munten zij echter uit door een groot gezigtsveld, en uit dien hoofde kunnen zij ook tot anatomische doeleinden, wanneer slechts zeer geringe vergrootingen gevorderd worden, met vrucht worden aangewend.

# HET ZAMENGESTELD MIKROSKOOP.

5. Toen ik in 1850 mijn werk over het mikroskoop sloot, had het zamengesteld dioptrisch mikroskoop in de geoefende handen van velen, die zich in de onderscheidene landen van Europa met de vervaardiging van dat werktuig bezig hielden, reeds zulk eenen trap van optische volkomenheid bereikt, dat men het toen voor onwaarschijnlijk mogt verklaren, dat het verder nog groote verbeteringen zoude ondergaan, ten zij geheel nieuwe tot daartoe onbekende middelen en handelwijzen mogten ontdekt of uitgedacht worden.

Werkelijk zijn dan ook de sedert dien tijd gemaakte vorderingen gering te noemen, wanneer men deze vergelijkt met de reuzenschreden, die in een vroeger tijdperk gedaan zijn. Maar toch is vordering onmiskenbaar. Vooreerst in de objectiefstelsels, waaraan men, als het gewigtigste gedeelte van elk mikroskoop, telkens al hoogere en hoogere eischen gesteld heeft. Bovendien is althans één nieuw middel ontdekt, waardoor het zamengesteld mikroskoop een voor demonstratien nog geschikter werktuig wordt dan het tot hier toe geweest was, namelijk het splitsen des stralenbundels in twee of meer bundels, die elk een afzonderlijk beeld vormen, dat door een afzonderlijk oculair kan beschouwd

worden. Eindelijk heeft ook de verlichtingstoestel verschillende verbeteringen ondergaan en zijn in de mechanische inrigting eenige wijzigingen gebragt, die althans voor sommige doeleinden voordeelig zijn te noemen.

Wij willen bij elk dezer afzonderlijke onderwerpen achtereenvolgens stilstaan.

6. De verbeteringen in de objectieven gedurende de laatst verloopen jaren bestaan:

*Vooreerst* in het vervaardigen van lenzenstelsels van zoo korten brandpuntsafstand, als vroeger niet bestonden;

*Ten tweede* in de zamenstelling van de lenzenstelsels uit meer dan twee verschillende glassoorten, ter opheffing van de nog overblijvende sporen der chromatisch aberratie, het zoogenaamde secundaire spectrum;

Eindelijk, en wel voornamelijk, *ten derde* in de vergrooting van den openingshoek.

Voor de beide eerste verbeteringen naar het gedeelte verwijzende, waarin een meer in bijzonderheden tredend overzigt zal gegeven worden van de vorderingen door eenige vervaardigers van mikroskopen gemaakt, willen wij hier ter plaatse alleen de laatste beschouwen.

Het gewigt der vergrooting van den openingshoek is vroeger door mij aangewezen, en reeds schreef ik toen (*Het Mikroskoop* III. bl. 277): »Dezen te vergrooten, zooveel zulks met behoud eener » goede correctie der sphaerische aberratie bestaanbaar is, moet » het voornaamste doel zijn van allen, die zich op de verbete- » ring hunner mikroskopen toeleggen, en het laat zich aanzien, » dat op dien weg, welke reeds met zoo goed gevolg door sommi- » gen is betreden, nog belangrijke vooruitgang mogelijk is.

Werkelijk is zulks ook geschied. Terwijl tot in bovenge-

genoemd jaar de grootste openingshoek, die toen (door Ross) bereikt was, 135° bedroeg, worden thans lenzenstelsels vervaardigd, die openingshoeken van 150°, 160° en zelfs 175° bezitten, zoodat bijna de uiterste grens bereikt is, welke deze hoek immer bereiken kan. Het zijn vooral de Engelsche vervaardigers van mikroskopen, Ross, Powell & Lealand en Smith & Beck, die daarin uitmunten. Hun nationale trots was trouwens geprikkeld door het berigt, dat Spencer in Noord-Amerika een objectief zoude vervaardigd hebben van $\frac{1}{12}$ E. duim brandpuntsafstand, met eenen openingshoek van $174\frac{1}{2}$° (1). Op het vaste land van Europa was het vooral Amici, die hen in dit opzigt op zijde streefde, als mede Nachet, die desgelijks door vergrooting van de opening zijner lenzenstelsels, hun optisch vermogen trachtte te versterken.

7. Deze steeds voortgaande vergrooting van den openingshoek heeft echter tot de vraag aanleiding gegeven: in hoeverre men die vergrooting als werkelijke winst kan beschouwen, en of men daardoor niet eenige voordeelen opoffert, die stelsels van eenen iets geringeren openingshoek bezitten.

Een eerste onafscheidelijk daaraan verbonden nadeel is de verkorting van den afstand tusschen het brandpunt en de voorvlakte des objectiefs. Bij stelsels van geringe of zelfs matige sterkte, b. v. van 20 tot 4 millim. brandpuntsafstand, schaadt zulks niet in het minste, maar zoodra de brandpuntsafstand der aequivalente lens niet meer dan 2 millim. of zelfs minder bedraagt, wordt bij zeer grooten openingshoek, ten gevolge van de meerdere dikte der lenzen, de afstand

(1) *Americ. Journ. of Science and Arts.* 1852 p. 31.

tusschen het voorwerp en de voorvlakte der voorste lens uiterst gering en bedraagt nog slechts een klein breukdeel eens millimeters. Daar men echter in dit gebrek voorzien kan door het gebruik van zeer dunne dekplaatjes, zoo is hierin geen overwegende reden te vinden om de vergrooting des openingshoeks alleen daarom aftekeuren, mits het bewezen zij, dat daarmede het optisch vermogen van het mikroskoop werkelijk stijgt. Dit echter verdient nadere overweging.

Ik moet hier de lezers herinneren aan hetgeen elders (*Het Mikroskoop* I. bl. 341 en verv.. III. bl. 212 en 277) over den aard van het optisch vermogen des mikroskoops is gezegd. Daaruit is gebleken, dat dat gedeelte van het optisch vermogen, waaraan men den naam heeft gegeven van het begrenzend vermogen, geenszins noodzakelijk gelijken tred houdt met het andere gedeelte, hetwelk men gewoonlijk doordringend, maar beter onderscheidbaar makend of eenvoudiger onderscheidend vermogen noemt. Terwijl namelijk een mikroskoop boven een ander kan uitmunten in het onderscheidbaar maken van zeer fijne bijzonderheden in het maaksel van eenig doorschijnend voorwerp, b. v. de fijne streepjes op de schubbetjes van insekten of de nog fijnere teekeningen aan de oppervlakte van vele Diatomeën-schalen, zoo kan het daarentegen daarvoor onderdoen in het eenvoudig zigtbaar maken van de voorwerpen, omdat deze zich met minder donkere randen vertoonen en ook alleen die voorwerpen of gedeelten daarvan duidelijk gezien worden, welke zich nagenoeg volkomen in hetzelfde vlak bevinden (1).

Ten einde dit duidelijk te maken, is het echter noodig

(1) Uit deze laatste hier opgemerkte bijzonderheid blijkt reeds dadelijk het geheel verkeerde der benaming van *doordringend* vermogen. In werkelijkheid neemt namelijk de diepte van het gezigtsveld af, naar mate het onderscheidend vermogen ten gevolge van de vergrooting des openingshoeks toeneemt.

den aard van het zoogenaamde doordringend of onderscheidend vermogen van naderbij te beschouwen. Ik reken mij daartoe te eer verpligt, omdat de vroeger daarvan door mij, trouwens op het voetspoor van anderen, gegeven verklaring niet geheel juist is, zooals uit het volgende blijken zal.

Nadat William Herschel (1) het eerst opmerkzaam gemaakt had op den belangrijken invloed, welken de grootte van de opening bij spiegelteleskopen heeft op het waarneembaar maken van kleine, of juister gezegd ver verwijderde, lichtzwakke voorwerpen aan den hemel, en daarom aan het vermogen des teleskoops om deze waarneembaar te maken den naam van *in de ruimte doordringend vermogen* had gegeven, heeft Goring, en na hem vele anderen, denzelfden naam toegepast op dat gedeelte van het optisch vermogen des mikroskoops, hetwelk het gevolg is der aanzienlijke vergrooting des openingshoeks, die door de verbetering der aberratien in de aplanatische stelsels mogelijk was geworden.

Men moet intusschen niet uit het oog verliezen, dat beide werktuigen, het teleskoop en het mikroskoop, slechts dan volkomen vergelijkbaar zijn, wanneer men door beide positieve lichtbeelden op het netvlies ontvangt. Dit is bij den verrekijker het geval, wanneer deze naar lichtende voorwerpen aan den hemel gerigt is, en bij het mikroskoop, wanneer men daardoor voorwerpen bij opvallend licht beschouwt. Het behoeft geen betoog, dat de zigtbaarheid dan stijgt met de lichtsterkte van het beeld, gevolgelijk met de grootte der opening van het objectief.

Doch onder den naam van *doordringend vermogen* heeft men bij het mikroskoop eigenlijk altijd iets geheel anders

(1) *On the Power of penetrating into space. Philos. Transact.* 1800 p. 49.

verstaan. Men heeft daarmede namelijk bestempeld het vermogen eens mikroskoops, om nog onderscheidenlijk fijne streepjes en stipjes te zien, welke zich zeer digt in elkanders nabijheid bevinden en, ofschoon op zich zelve niet ondoorschijnend zijnde, toch afzonderlijk zigtbaar worden, wanneer de hen treffende stralen, op de wijze door fig. 4 pl. II. opgehelderd, door breking en terugkaatsing langs hunne randen, in verschillende rigtingen verstrooid worden, zoodat zij het mikroskoop niet binnentreden en gevolgelijk deze streepjes of stipjes negatieve netvliesbeeldjes doen onstaan. (1).

Nu is het volkomen juist, dat dit vermogen, de correctie der aberratien gelijk blijvende, volkomen gelijken tred houdt met de grootte van den openingshoek, maar het is geheel

---

(1) Ter aanvulling van hetgeen elders (*Het Mikroskoop* I. bl. 395.) door mij is medegedeeld over den onderlingen afstand der streepjes op sommige toen gebruikelijke proefvoorwerpen, laat ik hieronder een tafeltje volgen, zamengesteld uit eenige door Sollitt en Harrison (*Quart. Journ. of Microsc. Science* 1853 V. p, 62.) alsmede door Dr. Hall (*Quart. Journ.* 1856 XV. Descr. of pl. VIII.) verrigte metingen aan een aantal soorten van als proefvoorwerpen gebruikelijke Diatomaceeën.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Navicula strigilis* (S. & H.) | 130) | in | 1 | millim. |
| *Pleurosigma formosum* (Hall.) | 1420 | » | » | » |
| » *Hippocampus* (S. & H.) | 1650 | » | » | » |
| Dezelfde soort (Hall), overlangsche streepjes | 1220 | » | » | » |
| » » » overdwarse » | 1580 | » | » | » |
| *Navicula Spenceri* (S. & H.) | 1970 | » | » | » |
| *Pleurosigma angulatum*, groot (S. & H.) | 2360 | » | » | » |
| » » klein » | 2760 | » | » | » |
| Dezelfde soort (Hall.) | 2040 | » | » | » |
| *Navicula strigosa*, groot (S. & H.) | 2760 | » | » | « |
| » » klein (S. & H.) | 3150 | » | » | » |
| *Ceratoneis Fasciola* (S. & H.) | 3510 | » | » | » |
| *Navicula sigmoidea* (S. & H.) | 4130 | » | » | » |
| » *Arcus* (S & H.) | 5120 | » | » | » |

De laatste cijfers kunnen tevens een denkbeeld geven van den hoogen graad van onderscheidend vermogen, die de beste Engelsche mikroskopen thans bezitten.

onjuist zulks toeteschrijven aan het vermeerderen der lichtsterkte, die met de vergrooting van den openingshoek gepaard gaat. Men kan zich daarvan op tweederlei wijze overtuigen.

Men plaatse nevens elkander twee gelijke mikroskopen, voorzien van objectieven van gelijken brandspuntsafstand en gelijken openingshoek, van gelijke oculairen en van verlichtingstoestellen, die veroorlooven het gezigtsveld naar willekeur zwakker of sterker te verlichten Men brenge nu achtereenvolgens onder elk dier mikroskopen hetzelfde voorwerp b. v. eene Naviculacee of, nog beter, het proefplaatje van Nobert, en, indien dan het optisch vermogen der beide werktuigen volkomen gelijk en het gezigtsveld even sterk verlicht is, zal men natuurlijk door beiden even duidelijk en onderscheidenlijk dezelfde fijne streepjes en hunne tusschenruimten zien. Zoodra men echter op het objectief van een dier mikroskopen een ring (b. v. uit zwart papier geknipt) legt en daardoor de opening vernaauwt, worden de streepjes en hunne tusschenruimten onduidelijker en eindelijk geheel onzigtbaar, wanneer men, al breeder en breeder ringen bezigende, de opening al kleiner en kleiner maakt. (1). Nu wordt door deze handelwijze, wel is waar, ook de lichtsterkte van het beeld des gezigtsvelds tevens verzwakt, maar het zal blijken, dat hieraan het onzigtbaar worden der streepjes geenszins kan worden toegeschreven, want, indien men telkens, door eene wijziging in den verlichtingstoestel, het gezigtsveld weder even sterk verlicht als dat in het daarnevens staande mikroskoop, dan zal men bespeuren, dat deze lichtversterking van geenen invloed hoegenaamd op het zigtbaar maken der streepen is. Ware dit

---

(1) Zie een voorbeeld in *Het Mikroskoop* III, bl. 277.

trouwens het geval, dan zoude het zoogenaamde doordringend vermogen van een mikroskoop in het algemeen des te grooter worden, naar mate men de verlichting vermeerderde, terwijl in den regel juist het omgekeerde het geval is, dat men namelijk, om zulke fijne streepjes goed te zien, eenen slechts matigen graad van verlichting moet aanwenden, iets dat zich gemakkelijk laat verklaren uit den invloed der irradiatie op de waarneembaarheid van negatieve gezigtsindrukken te midden van het positieve lichtbeeld des gezigtvelds.

De oorzaak van dit gedeelte des optischen vermogens van een mikroskoop ligt derhalve geenszins in de lichtsterkte der beelden, waardoor het doordringend vermogen eens verrekijkers bepaald wordt, maar alleen daarin, dat, naarmate het beeld gevormd wordt door een objectief van grootere opening, dit beeld zal bestaan uit de vereeniging van een grooter getal van stralenbundels, welker as eenen al grooter en grooter wordenden hoek met de optische as van het werktuig maakt. Met andere woorden: *het zijn vooral de door de randgedeelten van het objectief gebroken stralen, waardoor zulke fijne streepjes zigtbaar worden.*

Het bewijs hiervan kan geleverd door, als tegenproef, in stede van de ringvormige diaphragmata, op de bovenste lens van het objectief ondoorschijnende schijfjes van verschillende grootte te leggen, waardoor dus de middenstralen worden afgesloten, terwijl de randstralen ongehinderd doorgaan. Men zal bespeuren dat door deze handelwijze, in weerwil dat de lichtsterkte afneemt, het onderscheidend vermogen geenszins vermindert, ja zelfs niet zelden toeneemt, wanneer namelijk vroeger de verlichting van het gezigtsveld te sterk was, zoodat daardoor de flaauwe negatieve beeldjes der fijne streepjes minder waarneembaar waren.

De oorzaak waarom het juist de randgedeelten van het objectief zijn, die zulke fijne streepjes onderscheidbaar maken, is daarin gelegen, dat die randgedeelten door de meest schuins invallende lichtstralen getroffen worden, welke daarom ook, wanneer zij op de kleine holten of dikten stuiten, die deze streepjes te weeg brengen, het meest van hunnen weg worden afgebogen. In het algemeen zullen daarom zulke streepjes des te beter gezien worden, naar gelang het aandeel der schuinsche, door den rand des objectiefs getreden stralen aan de vorming van het beeld des gezigtsvelds grooter is.

8. Daar nu zoowel de theorie als de ervaring leert, dat een belangrijk deel van het optisch vermogen eens mikroskoops afhangt van de grootte der opening, zoo is het van gewigt naauwkeurige methoden te bezitten om deze te meten. Ook heeft men er zich in de laatste jaren, bepaaldelijk in Engeland, op toegelegd de reeds bekende nader te toetsen en nieuwe te vinden, die nader tot de waarheid brengen.

Daar het hier een tamelijk ingewikkeld vraagstuk geldt, zoo acht ik het gepast hier ter plaatse daaromtrent in eene nadere uiteenzetting te treden.

Wanneer in fig. 55 (pl. II.) C eene enkele lens voorstelt, dan zoude (de dikte van den rand niet in aanmerking genomen) de openingshoek bepaald worden door de lijnen *o p* en *g p*, die van de randen der lens naar het brandpunt *p* getrokken worden. Doch zoodra zulk eene lens de voorste is van een lenzenstelsel A B C, waarvan *p* het brandpunt is, dan kan de openingshoek van het stelsel niet gemeten worden door den hoek *o p g*, tenzij dat de voorste lens C juist zulk eenen doormeter heeft, dat alle de stralen die haar treffen, na door de beide andere lenzen gebroken te zijn,

zich in den bundel *r s* bevinden, welke aan de achterzijde uittreedt en uit paralelle stralen bestaat. Laat men namelijk op de achterste lens A van zulk een lenzenstelsel eenen bundel paralelle lichtstralen vallen, dan zullen, in het hier gegeven geval, waar al de lenzen nagenoeg even groot zijn, slechts de gedeelten *a b*, *c d* en *e f* der beide andere lenzen door de convergerende stralen getroffen worden, die zich vervolgens in het brandpunt *p* kruizen, zoodat de openingshoek niet *o p g* maar *e p f* is. Het tusschen *e o* en *f g* bevatte randgedeelte van de lens C is derhalve geheel onnut met betrekking tot de gezamenlijke werking der lenzen A B C, en alleen het gedeelte *e f* is als de *nuttige* opening van de voorste lens te beschouwen.

De meting van den openingshoek kan in zulk een geval geschieden op dezelfde wijze, die ik vroeger (*Het Mikroskoop* I. bl. 139) voor het vinden van die eener enkele lens heb aangegeven, door namelijk een bundel zonlicht op de achterste lens te laten vallen en dan den doormeter van het verlichte veld *m n* en zijnen afstand van het brandpunt *p r* te meten. Noemt men dan den doormeter van het objectief *o*, dien van het lichtveld *l*, zijn afstand van het brandpunt *d* en den openingshoek $\phi$, dan is: $2 \text{ tang } \frac{1}{2} \phi = \frac{l + o}{d}$, daar men, uit hoofde der kleinheid van het zonnebeeldje in het brandpunt, dit als een enkel punt kan beschouwen.

Zoodra men echter zulk een lenzenstelsel met een oculair tot een zamengesteld mikroskoop verbindt, dan verandert weder de waarde van den openingshoek, en zelfs is deze, trouwens binnen zeer beperkte grenzen, veranderlijk voor de verschillende oogen, die door het mikroskoop zien. Voor een oog toch, hetwelk, om scherp te zien, voor eenen on-

eindigen afstand moet geaccomodeerd worden, zal het voorwerp op zulk eenen afstand van de voorste objectieflens moeten worden gebragt, dat de lichtbundel, die het oculair verlaat en het oog binnentreedt, uit paralelle stralen bestaat. In den regel is zulks echter het geval niet, namelijk wanneer het oog in rust is en voor een geringeren afstand geaccomodeerd, waarop het schijnbeeld van het voorwerp geprojicieerd wordt. De stralen, die het oculair verlaten, zijn dan in meerderen of minderen graad convergerend, daar zij zich anders op het netvlies niet tot een scherp beeld zouden vereenigen. Echter kan men, ten einde eenen algemeenen maatstaf te hebben, aannemen dat deze stralen paralel zijn, en dan, gelijk werkelijk door Robinson (1) gedaan is, op dezelfde wijze als bij een objectiefstelsel alleen, ook den openingshoek van het geheele mikroskoop bepalen. Daar nu de paralelle stralen, die door het oculair intreden, zich aan de andere zijde, binnen in de mikroskoopbuis, kruisen, zoo ontvangt de achterste lens van het objectiefstelsel divergerende lichtstralen. Gevolgelijk zullen de stralen daarin minder convergerend zijn dan in het eerst beschouwde geval en van de voorste lens een grooter gedeelte (b. v. *it*, fig. 53) in gebruik komen. Doch, terwijl hierdoor de hoegrootheid der werkelijk nuttige opening stijgt, daalt wederom de grootte van den openingshoek zelven, door dat het vereenigingspunt(*z*) der stralen op verderen afstand van de voorvlakte der voorste lens is gelegen.

Uit deze beschouwing blijkt derhalve:

1° dat, zoodra een lenzenstelsel als objectief van een zamengesteld mikroskoop wordt gebruikt, de grootte der nuttige opening toeneemt;

---

(1) *Proceedings of the Royal Irish Academy*, 1854, VI. p. 38.

2° dat men niet, zoo als te veel gedaan wordt, den openingshoek des objectiefs als volkomen gelijk aan die van het geheele mikroskoop kan beschouwen, omdat alle lenzen daarin onderling vereenigd een stelsel vormen, welks brandpunt niet zamenvalt met dat van het objectief alleen, welk verschil des te grooter zijn zal, naar gelang de buis langer is en het oculair zelf een sterker vergrootend vermogen heeft; doch dat

3° dit verschil tot op eene zekere hoogte kan gecompenseerd worden door de grootere opening der voorste lens, die in nuttig gebruik komt, zoodat de beenen (*iz* en *ep*, *tz* en *fp*) van de tophoeken der lichtkegels bijna evenwijdig en derhalve beide hoeken nagenoeg gelijk kunnen zijn.

Alvorens nu de praktische toepassing dezer methode nader te beschouwen, zal het gepast zijn hier te herinneren aan eene andere, die reeds voor vele jaren door Lister (1) is aangegeven, en sedert zeer algemeen in gebruik is gekomen. Haar beginsel is het volgende:

Laat fig. 34 (pl. II.) een zamengesteld mikroskoop voorstellen, waarvan A het oculair, B het objectief is, dan zal een bundel paralelle stralen *rs*, op het oculair invallende, zich in *a* vereenigen, en, van daaruit divergerende, zullen eenige stralen, na door het objectief gegaan te zijn, elkander kruisen in het brandpunt *p* en vervolgens een verlicht veld vormen, waarvan de lijn *mn* de middellijn is. Laat men nu lichtstralen den tegenovergestelden gang nemen, dan zullen zij dezelfde rigting volgen. Plaatst men namelijk een lichtgevend voorwerp, b. v. de vlam eener kaars of lamp, op eenen willekeurigen afstand van het objectiefstelsel, dan zullen geene stralen daarvan het mikroskoop binnentreden,

(1) *Philos. transact.* 1830, p. 191.

zoolang het zich (b. v. in *t*) buiten den kegel bevindt, waarvan *mpn* de doorsnede is. Beweegt men echter de vlam verder langs de lijn *tn*, dan zal, op het oogenblik dat zij in *m* gekomen is, een straal door het objectief heen in *a* komen en het gezigtsveld zich half verlicht en half donker vertoonen. De vlam van *m* naar *n* gaande, wordt het geheele veld verlicht, tot op het oogenblik dat zij *n* bereikt heeft; dan valt wederom slechts een randstraal in *a* en het veld is voor de eene helft verlicht, doch nu aan de tegenovergestelde zijde van vroeger. Wanneer men derhalve de vlam zich laat bewegen langs eenen in graden verdeelden cirkel, dan zal de openingshoek *epf* = *mpn* gemeten worden door den boog *mn*. Nu is het echter duidelijk, dat men hetzelfde doel op eene gemakkelijker wijze kan bereiken, door niet de vlam maar het mikroskoop eenen cirkelboog te doen beschrijven, in dier voege dat het brandpunt *p* in de as ligt, waarom de draaijing geschiedt, en zich op gelijke hoogte als de vlam bevindt, wanneer het mikroskoop zich in een horizontaal vlak beweegt.

Heeft men derhalve een mikroskoop, dat horizontaal kan gesteld worden en dan tevens om eene loodregte as worden rondgedraaid, zoo kan dit voor de hoekmeting gebruikt worden, door het te plaatsen op eenen in graden verdeelden halven cirkel, welks middelpunt in de draaijingsas ligt. Als wijzer kan eene naald of eenig ander puntig voorwerp dienen, dat men aan een draad aan het mikroskoopligchaam ophangt, zoodat het zich boven de verdeeling bevindt. Het objectief wordt tot op zijnen brandspuntsafstand van de draaijingsas gebragt, waartoe men zich, indien, gelijk gewoonlijk, de mikroskoopbuis te kort is, van hulpbuizen ter verlenging bedienen kan.

Vervaardigers van mikroskopen zullen echter de voorkeur geven aan eene eigene, voor dit doel bestemde werktuigelijke inrigting, gelijk die is, welke door Goring is uitgedacht en afgebeeld in het III$^{de}$ Deel van *Het Mikroskoop* enzv. pl. VII fig. 6.

Wanneer men bij de Listersche methode het oculair verwijdert en alleen naar het beeldje der vlam ziet, dat achter het objectiefstelsel ontstaat, dan zal men, bij het ronddraaijen van het mikroskoopligchaam in het horizontale vlak, dit beeldje opvolgend zien te voorschijn komen aan den eenen rand en weder verdwijnen aan den anderen. Op deze wijze wordt derhalve de openingshoek niet van het geheele mikroskoop maar van het objectiefstelsel alleen gevonden. In de plaats der vlam kan dan ook elk ander voorwerp gebruikt worden, dat genoegzaam licht uitstraalt of terugkaatst, b. v. eene strook helder verlicht wit papier. Ook kan men in dit geval aan het objectiefstelsel eene loodregte en daarentegen aan het verlichte voorwerp eene horizontale stelling geven. Het is hierop, dat de methode van Amici, om den openingshoek van lenzenstelsels te meten, berust. Deze is mij slechts bekend geworden door eene korte mededeeling van Nachet, doch het is duidelijk dat zich de openingshoek aldus op tweederlei wijzen meten laat, namelijk hetzij door rondbeweging van de buis, aan welker onderste uiteinde zich het objectief bevindt, om het brandpunt als draaijingspunt, in een vertikaal vlak, of, — hetgeen hier eenvoudiger en daarom verkieslijker is, — door beweging van het verlichte voorwerp in een horizontaal vlak, terwijl het objectiefstelsel op zijne plaats blijft. Geschiedt deze voortbeweging langs eene regtlijnige verdeelde schaal, dan is de helft van de doorloopen ruimte, waarin men beurtelings het

beeldje aan de beide randen van het objectief ziet, de maat van den tangens des halven openingshoeks, en men behoeft derhalve slechts den loodregten afstand van het brandpunt des objectiefs tot aan de verdeelde schaal te kennen, om, met behulp eener tafel, de grootte des openingshoeks te vinden. Een werktuig naar dit beginsel ingerigt, en dat nog verschillende kleine wijzigingen toelaat, zoude zich gemakkelijk laten daarstellen. Aan de praktische behoeften der vervaardigers van mikroskopen zoude het bijna even goed voldoen als het Goringsche werktuig en dit overtreffen in de gemakkelijkheid van het gebruik.

Echter is het langs dezen weg moeijelijk, althans bij het gebruik der sterkere objectieven, den openingshoek van een geheel mikroskoop te bepalen, dewijl het door het witte papier gevormde beeld daartoe te weinig lichtsterkte bezit. De handelwijze van Lister, als van uitgebreidere toepassing zijnde, verdient derhalve in het algemeen de voorkeur. Hier komt bij, dat deze nog voor eene verdere verbetering vatbaar is, waardoor het mogelijk wordt met grootere zekerheid de deugd der lenzenstelsels, voor zoover deze afhankelijk is van de grootte der opening, te beoordeelen.

Wenham (1) heeft namelijk in deze handelwijze eene wijziging voorgesteld, welke daarin bestaat, dat het horizontaal gestelde mikroskoop, even als bij de methode van Lister, naar een verwijderd voorwerp, b. v. eene vlam van eene lamp, wordt gerigt, doch hij vangt nu de stralen niet dadelijk door het oog op, maar plaatst voor het oculair nog eene lens, op zulk eenen afstand, dat het beeldje der vlam, dat door het oculair gevormd wordt, door deze lens vergroot wordt ge-

(1) *Quarterly Journal of micr. Science* 1854, VI p. 131 en VIII p. 209.

zien. Wanneer dan de mikroskoopbuis wederom in een horizontaal vlak bewogen wordt, dan zal, volgens hem, de openingshoek gemeten worden door den boog, dien het mikroskoop doorloopt tusschen de beide punten, waar het beeldje der vlam nog slechts voor de helft gezien wordt. Dit wordt opgehelderd door fig. 35 (pl. II), waarin, even als in de vorige, het oculair eenvoudigheidshalve slechts door eene enkele lens is voorgesteld. Zij A het oculair, B het objectief en C de voor het oculair geplaatste lens, dan zullen van eene vlam in *a* of in *b* zich verkleinde beeldjes vormen in $a'$ en $b'$ achter het objectief. Van daar uit divergerende, vereenigen zich de stralen weder aan gene zijde van het oculair tot twee beeldjes $a''$ en $b''$, die nu door de lens C, als door een enkelvoudig mikroskoop, beschouwd worden, zoodat derhalve de stralen door deze lens nagenoeg paralel uittreden. Is nu het brandpunt van dit geheele stelsel, met inbegrip van de voorgeplaatste lens C, in *p*, dan zullen de beeldjes der vlammen ophouden gezien te worden, zoodra de randstralen van de daaruit divergerende en het objectief treffende stralenkegels door *p* gaan, of, hetgeen hetzelfde is, het beeld eener vlam zal ophouden zigtbaar te zijn, wanneer het mikroskoop wordt rondbewogen, totdat de vlam buiten den kegel gekomen is, waarvan *apb* de doorsnede is.

Intusschen vloeit uit deze beschouwing tevens voort, dat de methode van Wenham en die van Lister niet volstrekt gelijke uitkomsten kunnen geven. In beide gevallen heeft men namelijk een verschillend stelsel van lenzen, waarvan ook een verschil in de plaats van het hoofdbrandpunt en dien ten gevolge van den openingshoek zelven afhankelijk is. Met de Wenhamsche methode zal men dezen doorgaans iets grooter vinden, doch ik heb bij eene naauwkeurige vergelij-

king der beide handelwijzen toch bevonden, dat dit verschil in werkelijkheid zoo gering is, dat het, voor openingshoeken van aanzienlijke grootte, ter naauwernood 1° bedraagt en dus, gelijk dadelijk blijken zal, nog eigenlijk binnen de grens der fouten ligt, welke bij deze methode moeijelijk vermeden kunnen worden. Daarentegen heeft de handelwijze van Wenham het belangrijke voordeel, dat men met meerdere zekerheid bepalen kan, hoe groot het werkelijk nuttige gedeelte der opening van het objectiefstelsel is. Men heeft zich namelijk in de laatste jaren wel eens al te uitsluitend toegelegd op de vervaardiging van lenzenstelsels met eenen zeer grooten openingshoek, en daarbij de niet minder belangrijke vereischten van een goed mikroskoop, namelijk de correctie der beide aberratien, inzonderheid der sphaerische, eenigzins uit het oog verloren. Het is voorzeker opmerkelijk, dat het aan de kunst gelukt is objectiefstelsels daartestellen met openingshoeken, die nog voor weinige jaren als volstrekt onbereikbaar werden beschouwd, doch een onbevooroordeeld onderzoek van zulke stelsels, met openingshoeken van 150°, 160°, 170° en zelfs meer, leert, dat met die vergrooting der opening niet altijd de versterking van het optisch vermogen van het mikroskoop gelijken tred houdt. Het is derhalve noodig niet alleen den openingshoek te meten, maar ook dat gedeelte van dien hoek, hetwelk de maat geeft van het werkelijk nuttige gedeelte der opening van het objectief, daar het overige randgedeelte, dat geene scherpe beelden kan vormen, eer als schadelijk dan als voordeelig moet beschouwd worden. Hiertoe nu stelt de Wenhamsche methode in staat.

Wanneer men, volgens deze methode handelende, het voor het oculair gevormde beeldje der vlam door eene lens

beschouwt, dan zal zich dit volkomen scherp en van juisten vorm vertoonen, zoolang het gevormd wordt door dat gedeelte van het objectief, waarin de aberratien behoorlijk verbeterd zijn. Een objectief zal derhalve des te beter zijn, naar mate het voor de meting gebruikte mikroskoop eenen grooteren boog kan beschrijven, zonder dat het beeldje der vlam iets van zijne scherpte verliest. Maar wordt het, bij eene verdere ronddraaijing van het werktuig, meer en meer onduidelijk, nevelachtig en onbegrensd, dan is dit een bewijs, dat de randgedeelten van de lenzen eenen schadelijken invloed daarop uitoefenen, en dat het daarom beter zoude zijn de opening zoo ver te verkleinen, dat de daardoor vallende stralen buiten gesloten worden. Zoo b. v. bevind ik bij een lenzenstelsel, welks openingshoek 148° bedraagt, en zelfs bij 150° nog een lichtschijn doorlaat, dat de eigenlijk nuttige opening slechts 120° is, dewijl alleen binnen de daardoor bepaalde grenzen het beeldje der vlam scherp en zuiver is.

Nog eene andere handelwijze vermeld ik hier, doch slechts in het voorbijgaan, dewijl zij op een valsch beginsel berust, namelijk die van Gillett (1.) Deze bezigt twee, met de objectiefstelsels naar elkander toegekeerde, horizontaal gestelde mikroskopen. Bij het eene vervangt hij het oculair door een hollen kegel en plaatst daarvoor de vlam eener lamp; het licht treedt dan door het objectief naar buiten en breidt zich, na kruising in het vereenigingspunt der stralen, tot eenen lichtkegel uit. Dien lichtkegel vangt hij op in het andere mikroskoop, dat om eene vertikale as draaijen kan, even als bij de Listersche methode. De doorloopen boog, waarin zich het gezigtsveld verlicht ver-

(1) *Philos. Magazine*, 1854 May p. 368.

toont, zoude dan de maat van den openingshoek van het objectiefstelsel zijn, waardoor het licht is ingevallen. Wenham heeft zeer teregt doen opmerken, dat de aldus verkregen uitkomst geheel onjuist en veeleer de maat is der openingshoeken van beide objectiefstelsels te zamen. Later heeft, wel is waar, Gillett zijne methode in zooverre verbeterd, dat hij beurtelings de regter of de linker helft van het objectief van het meetmikroskoop met een daarvoor geplaatst dekseltje afsluit, al naar gelang de draaijing naar de regter of naar de linker zijde van de as geschiedt, maar veel zekerder ware het dan een dekseltje met eene naauwe spleet te bezigen.

Met de volgende wijziging is het mij echter gebleken, dat men langs een veel eenvoudiger weg regtstreeksche uitkomsten kan verkrijgen.

Men kan namelijk veilig het objectief en het oculair van het tweede mikroskoop geheel weg laten en alleen eene buis gebruiken, aan welker uiteinde zich eene plaat met eene vertikale spleet bevindt. Indien deze zich dan langs eenen cirkelboog beweegt, dan zal door de spleet nog licht vallen, zoo lang deze zich binnen den lichtkegel bevindt. De vervaardiging van eenen daaraan beantwoorden toestel levert weinig bezwaar op. Maar ook nog op eene andere wijze kan men hetzelfde doel bereiken. Op een papieren of koperen plaat wordt een halve cirkel getrokken en deze in graden verdeeld, in dier voege dat de grenzen van den boog aan den rand der plaat komen. Tusschen eenige uit dunne metaaldraden bestaande en vertikaal langs den verdeelden boog geplaatste klemmen wordt nu eene strook doorschijnend papier geplaatst, zoodanig dat de buiging van het papier volkomen beantwoordt aan de kromming van den boog. Nu wordt dit kleine toestelletje op eene onderlaag gelegd, die

juist zoo hoog is als de as van het horizontaal geplaatste mikroskoop en tevens zoo, dat het middelpunt zich bevindt in het kruisingspunt der stralen. Dan zal juist de helft van den lichtkegel op het schermpje van doorschijnend papier vallen, en men zal de grootte des tophoeks van dezen door eene dadelijke aflezing vinden.

Waar het echter te doen is, om den openingshoek van een lenzenstelsel of van een geheel zamengesteld mikroskoop, zal men geen divergerend kunstlicht maar zonlicht daardoor laten invallen, en dan geven de beide laatstgenoemde handelwijzen een hulpmiddel aan de hand, om regtstreeks tot dezelfde uitkomst te geraken, waartoe bij de Robinsonsche methode eene kleine berekening noodig is. In het wezen der zaak komen zij derhalve op hetzelfde neder

In de praktische toepassing leveren zij dan ook hetzelfde bezwaar op, namelijk van de weinig scherpe begrenzing des lichtkrings, vooral wanneer deze gevormd wordt door lenzenstelsels van zeer groote opening. Echter is zulks minder een bezwaar tegen de methode dan wel een noodzakelijk gevolg van de gebreken der lenzenstelsels zelve. Met een volmaakt mikroskoop zoude de lichtkring nagenoeg even helder aan den rand als in het midden zijn en zijne grenzen zich dus gemakkelijk met naauwkeurigheid laten bepalen. Tot dien graad van volkomenheid naderen onze tegenwoordige mikroskoopen slechts dan wanneer men objectieven van tamelijk verren brandpuntsafstand en geringen openingshoek bezigt. Doch naar mate men sterkere objectieven, die eenen grooteren openingshoek hebben, onderzoekt, zal men in den regel bevinden, dat de juiste grens meer en meer onbepaald wordt; het midden van het veld vertoont zich het helderst en daarom heen bevindt zich een minder verlichte rand, die zich

nog verder in het donkere, geheel onverlichte veld verliest. Zulke lenzenstelsels veroorlooven derhalve geene naauwkeurige bepaling van de grootte des openinghoeks; maar in werkelijkheid drukt hetzelfde bezwaar elke andere methode, en het is inderdaad belagchelijk, indien men, zoo als sommigen gedaan hebben, de grootte van den openingshoek van zulke stelsels tot in breukdeelen van graden uitdrukt, Ook de Listersche methode veroorlooft slechts bij het gebruik van niet zeer sterke objectieven, met tamelijke juistheid het punt te bepalen, tot waartoe het mikroskoop moet bewogen worden, om het veld half verlicht te zien. Met stelsels, die eenen zeer grooten openingshoek hebben, gelukt zulks niet. Men ziet dan het gezigtsveld allengs duisterder worden, totdat eindelijk volstrekt geen licht meer het mikroskoop binnen treedt. Maar dit allengs afnemen van de verlichting getuigt reeds voor onregelmatige brekingen en terugkaatsingen, die aan de randen der lenzen plaats grijpen, even als ook de verwrongen gedaante en de nevelachtige toestand der beeldjes, die wij zagen dat de methode van Wenham waarneembaar maakt.

Van daar dan ook dat Robinson, die zijne metingen verrigtte aan het nog helder verlichte gedeelte van het veld, bij objectiefstelsels, afkomstig uit de beste Engelsche werkplaatsen, den werkelijk nuttigen openingshoek merkelijk geringer vond dan die, welke verkregen was volgens de methode van Lister, gelijk blijkt uit het onderstaande tafeltje.

| Brandpuntsafstand. | Robinson. | Lister. |
|---|---|---|
| $\frac{1}{16}$ E. Duim | 110°,8 | 160° |
| $\frac{1}{12}$ » » | 109°,5 | 129° |
| $\frac{1}{12}$ » » | 114°,6 | 156° |
| $\frac{1}{12}$ » » | 122°,8 | 170° |

Hieruit volgt derhalve, dat, bij de bepaling van de hoegrootheid der opening van lenzenstelsels, het er geenszins alleen op aan komt te weten: onder welken hoek nog licht binnen het mikroskoop kan geraken, maar vooral hoe groot de werkelijk nuttige opening is. Daartoe kunnen zoowel de methode van Wenham als die van Robinson dienen, de laatste echter met meerdere zekerheid, omdat men daarbij met éénen blik het geheele lichtgebied overziet. Bovendien levert deze nog een ander voordeel op, dat namelijk de gebreken die in de glazen van het objectief zijn, zooals kleine putjes, krasjes, luchtbelletjes, hunne tegenwoordigheid in het lichtveld door donkerder plaatsen verraden.

Eindelijk doe ik hier nog opmerken, dat bij objectieven, die voorzien zijn van eenen correctietoestel voor het gebruik met dekplaatjes van verschillende dikte, de openingshoek verschillend is, naar gelang van den onderlingen afstand der beide voorste lenzen. Is die afstand het geringst, hetgeen het geval is, wanneer het stelsel is ingerigt voor het gebruik der dikste dekplaatjes, dan is de openingshoek het grootst, en zoo is deze omgekeerd het kleinst, wanneer beide lenzen het verst van elkander verwijderd zijn, hetgeen plaats moet hebben voor de waarneming van geheel onbedekte voorwerpen.

9. Uit het tot hiertoe gezegde volgt, dat het wel is waar aan sommige der uitstekendste vervaardigers van mikroskopen gelukt is de opening der lenzenstelsels te vergrooten tot eenen graad, die men vroeger geheel onbereikbaar achtte, maar tevens dat deze vergrooting geenszins geheel als winst kan beschouwd worden, zoodat men de vraag zoude kunnen opwerpen: of het niet veeleer raadzaam ware voortaan zich tot de vervaardiging van objectiefstelsels met eene slechts

matige opening, gelijk vroeger, te bepalen. Deze vraag zoude echter slechts dan toestemmend kunnen beantwoord worden, wanneer de onmogelijkheid bleek om met de vergrooting der opening ook de verbetering der aberratien hand aan hand te doen gaan. Waar zulks niet het geval is, daar is eenzijdige vergrooting der opening in het algemeen schadelijk te noemen, maar zelfs wanneer dit op de volkomenste wijze plaats heeft, dan lijdt het enkel zigtbaar makend vermogen eens mikroskoops toch nog in meerdere of mindere mate, in weerwil dat het onderscheidend vermogend stijgt. En daar het nu voor het praktisch gebruik van een mikroskoop meer aankomt op het duidelijk en gemakkelijk zien van de zich in het gezigtsveld bevindende voorwerpen, dan op het onderscheiden der allerfijnste daaraan waarneembare détails, zoo kan men in het algemeen zeggen, dat voor het verrigten der meeste waarnemingen objectieven met geene al te groote opening de voorkeur verdienen. Dewijl er echter waarnemingen zijn, die alleen verrigt kunnen worden, wanneer de openingshoek zoo groot mogelijk is, zoo is het aan de andere zijde ook niet wenschelijk, dat men, nu eenmaal de kunst zoover gevorderd is, weder terugkeere tot het standpunt van voor eenige jaren. Verreweg raadzamer is het pogingen aantewenden, om beide voordeelen te vereenigen. Reeds vroeger (*Het Mikroskoop* III p. 278.) heb ik daartoe den weg gewezen, door namelijk aanteraden de sterkere objectiefstelsels te voorzien van een draaijend diaphragma met verschillende openingen, waardoor de opening van het objectief naar willekeur kan verkleind worden. In de aanspraak, waarmede de president George Shadboldt, den 11den Februarij 1857, de vergadering der *Microscopical*

*Society* opende (1), leest men nu, dat zulks werkelijk door Smith & Beck, die tot de voornaamste der Londensche vervaardigers van mikroskopen behooren, aldus gedaan is, en dat deze inrigting zeer goed aan het oogmerk voldoet.

In diezelfde aanspraak wordt nog gewag gemaakt van eene andere verbetering der objectiefstelsels, welke door Wenham is tot stand gebragt, en ten doel heeft het objectiefstelsel geschikt te maken voor het gebruik met dekplaatjes van verschillende dikte. Ross (*Het Mikroskoop* III p. 259) had zulks gedaan, door de voorste lens van het stelsel beweegbaar te maken, zoodat deze zich eenigzins van de beide andere verwijderen en daartoe naderen kan. Een aan deze methode verbonden nadeel bestaat daarin, dat men, om den juisten afstand der voorste lens te vinden, telkens het stelsel van het voorwerp moet verwijderen, ten einde geen gevaar te loopen tegen het dekplaatje te stooten, terwijl bij het ronddraaijen tevens het voorwerp uit het brandpunt geraakt. Wenham heeft daarom zijn objectiefstelsel zoo ingerigt, dat de voorste lens op hare plaats blijft, maar daarentegen de beide andere te zamen beweeglijk zijn, zoodat men dus het voorwerp niet uit het gezigt verliest en met de grootste zekerheid beoordeelen kan, of men door ronddraaijing van de schroef, die de beweging voortbrengt, wint of verliest in de scherpte van het beeld. Deze wijziging, schijnbaar gering maar uit een praktisch oogpunt geenszins onbelangrijk, verdient voorzeker navolging.

10. Ofschoon niet geheel nieuw, daar men iets dergelijks reeds bij sommige oudere mikroskopen aantreft, verdient

(1) *Quart. Journ. of Micr. Sc. April* 1857 N°. XIX *Transact.* p. 143.

toch vermelding de door Brooke uitgevoerde vereeniging van twee lenzenstelsels van verschillende vergrooting, in dier voege dat beurtelings het eene en het andere onder de mikroskoopbuis kan worden gebragt, zonder dat men noodig heeft het eene stelsel los te schroeven, om er het andere voor in de plaats te stellen (1). Tot dat einde is onder aan het mikroskoopligchaam een arm vast geschroefd, die naar voren uitsteekt en waarop een pen staat, rondom welke eene staaf draait, aan elk van welks einden een objectief is vast geschroefd. Elk dezer objectieven kan, door de staaf te doen draaijen, onder de mikroskoopbuis worden gebragt, terwijl het andere ver genoeg van de voorwerptafel verwijderd blijft, om niet in den weg te zijn. Brooke heeft aldus een mikroskoop voorzien van twee objectieven, het eene van 1 duim brandpuntsafstand en geschikt voor het algemeen overzigt, het andere, van $^1/_4$ duim brandpuntsafstand, voor naauwkeuriger onderzoek.

Het denkbeeld, hoewel, gelijk gezegd is, niet geheel nieuw, verdient echter aanbeveling. Het mikroskoop mist nog een zoeker, gelijk de verrekijker bezit. Nu schijnt het werkelijk, dat, op eene dergelijke wijze als Brooke gedaan heeft, in dit gebrek kan voorzien worden, vooral indien daarbij gezorgd wordt, dat de benedenvlakten van de beide objectieven zich juist op de betrekkelijke afstanden van de voorwerptafel bevinden, welke aan hunnen verschillenden brandpuntsafstand beantwoorden, zoodat, indien een voorwerp scherp door het eene objectief gezien wordt, men het ook scherp door het andere ziet, zonder dat het noodig is vooraf eene verandering in den afstand tot de voor-

(1) *Quart. Journ.* April 1853. *Transact.* p. 83.

werpplaat te brengen. Op die wijze ingerigt zoude deze kleine toestel werkelijk tijd doen besparen. Ook kan deze zeer gevoegelijk zoo worden gemaakt, dat het eene objectief, namelijk het sterkere, door andere nog sterkere kan vervangen worden, voor welke allen het zwakste objectief dan als zoeker dient. Het eenige bezwaar is, dat de mechanische uitvoering veel zorg vereischt, opdat het objectief, bij het ronddraaijen der staaf, altijd juist in de optische as van het werktuig kome en tevens alle vreemd licht buitengesloten zij, hetgeen natuurlijker wijze de prijs van het werktuig moet doen stijgen, terwijl het tevens meer aan afslijting door veelvuldig gebruik is blootgesteld.

11. Als mede tot de wijzigingen in de optische inrigting van het zamengesteld mikroskoop behoorende, vermeld ik hier het *omgekeerde* of *scheikundig mikroskoop*, dat door den Amerikaanschen hoogleeraar Lawrence Smith is uitgedacht en in 1850 door Nachet het eerst vervaardigd (1). Dit mikroskoop is namelijk eene verbetering van het vroegere van Chevalier (z. *Het Mikroskoop* III bl. 184 en 450), dat mede veroorloofde het objectiefstelsel bovenwaarts te keeren naar de daarboven geplaatste voorwerptafel, zoodat de dampen van de reagentien, die men gebruikt, het objectief niet konden bereiken, terwijl het bovendien voorzien was van een toestel om de voorwerpen, die zich in het gezigtsveld bevinden, aan verwarming bloot te stellen. De daartoe noodige terugkaatsing der lichtstralen in de mikroskoopbuis verkreeg Chevalier door een regthoekig prisma, onder het objectief aangebragt, op de wijze als fig. 1 (pl. II) voorstelt.

(1) *American Journ.* 1852 XIV p. 232.

Dit scheikundig mikroskoop van Chevalier is echter nimmer in algemeen gebruik gekomen, hoofdzakelijk wel uit hoofde van den grooten afstand, waarop zich de voorwerptafel van het oculair bevindt, waardoor het inderdaad moeijelijk is te gelijker tijd door het mikroskoop te zien en het hooger geplaatste voorwerp met de niet gesteunde handen te bewegen.

Het was derhalve een gelukkig denkbeeld van Lawrence Smith het scheikundig mikroskoop van Chevalier zoodanig te wijzigen, dat het, met behoud der hoofdgedachte, die er aan ten grondslag ligt, een veel meer praktisch bruikbaar werktuig is geworden. De voornaamste wijziging bestaat in den veranderden vorm van het prisma, gelijk fig. 2 (pl. II) duidelijk maakt. Daarin grijpt eene dubbele terugkaatsing plaats, zoodat de stralen in die rigting worden gebragt, welke voor de houding van het hoofd de gemakkelijkste is, en waarbij tevens de handen, schier op dezelfde wijze als bij het gewone mikroskoop, tot beweging der voorwerpen op de voorwerpplaat kunnen gebruikt worden. L. Smith heeft aan zijn prisma de volgende hoeken doen slijpen: *a* 55°, *b* 107°½, *c* 52°½ en *d* 145°. Daardoor maakt de as van den teruggekaatsten stralenbundel eenen hoek van 55° met de loodlijn. Het spreekt echter van zelf, dat deze hoek voor eenige vergrooting of verkleining vatbaar is, door aan het prisma eene iets andere gedaante te geven.

De werktuiglijke inrigting van het door Nachet vervaardigd mikroskoop is afgebeeld op pl. I, fig. 7. In het kastje *ab* is het prisma bevat. Dit kastje is bevestigd op eene slede, welke tusschen twee lijsten heen en weder glijdt, in dier voege dat, indien men aan den knop *c* trekt, het kastje met de daarop bevestigde objectiefbuis naar voren, ter zijde van

de voorwerptafel, komt, zoodat het objectief, hetwelk bij *d* daarop geschroefd wordt, nu gemakkelijk met een ander kan verwisseld worden. Voor de grove instelling dient het buisje *e*, dat het objectief draagt en over een ander, daarbinnen geplaatst buisje op en neder schuift. De fijne instelling wordt verrigt door rondbeweging van eene schroef, door middel van den gekartelden rand bij *f*. De door eenen stevigen korten stam, loodregt met het ronde voetstuk verbonden voorwerptafel is rond en onbeweeglijk. Op haar kan eene tweede vrije voorwerptafel *g* worden gelegd, die in het midden eene opening heeft, welke omgeven is van een kort buisje, dat past in de opening van de eerste of eigenlijke voorwerptafel. De genoemde tweede voorwerptafel is langwerpig vierkant en zoo lang, dat zij een eindweegs over den rand der eerste uitsteekt. Hierdoor heeft men gelegenheid om onder dit naar buiten puilend gedeelte een alkohollampje te plaatsen, dat bij den toestel behoort en langs eene staaf, die rust op een afzonderlijk voetstuk, naar willekeur hooger of lager kan gesteld worden. De verlichtingstoestel bestaat vooreerst uit eenen naar alle zijden beweeglijken spiegel *i*, die op en neêr glijdt langs de ronde staaf *k*, en ten tweede uit een dekselvormig met eene kleine opening doorboord diaphragma *l*, gedragen door het armpje *m*, dat, even als de spiegel, draait om de ronde staaf *k* en zoo hooger of lager gesteld of wel geheel ter zijde gedraaid kan worden.

De prijs van dit werktuig, voorzien van 4 objectiefstelsels, N°. 0, 1, 3 en 5, één oculair, eenen beweeglijken glasmikrometer in het oculair en eenen zeer eenvoudigen goniometer bedraagt 350 francs.

Dat met de vervaardiging van dit werktuig aan vele beoefenaars der wetenschap een wezenlijke dienst gedaan is,

is onwedersprekelijk. Wel is waar kunnen de meeste mikrochemische réactien ook onder een gewoon mikroskoop verrigt worden, mits men zorge dekplaatjes van genoegzame grootte aantewenden, doch veel veiliger is het, vooral bij het gebruik van verdampende zuren, daartoe het omgekeerde mikroskoop aantewenden, dewijl de objectieven dan nimmer gevaar loopen daardoor aangetast te worden. Maar, behalve dit, heeft het omgekeerde mikroskoop nog een ander veelzijdiger nut. Daarmede wordt namelijk het gebruik van dekplaatjes overbodig, tenzij men deze alleen aanwende om het voorwerp vlak uit te breiden. Nu zijn er vele waarnemingen, waarbij dit gebruik van dekplaatjes, die althans bij de iets sterkere vergrootingen niet kunnen gemist worden, zeer lastig is. Men heeft b. v. het een of ander anatomisch voorwerp met naalden uitgeplozen en dit, met een dekplaatje bedekt, onder het mikroskoop gebragt. Daarbij ontdekt men, dat de uitpluizing niet voldoende is geweest, of dat, door het opleggen van het dekplaatje, de deelen, die men afzonderlijk wenscht te zien, door andere zijn overdekt geworden. Dan is men wel genoodzaakt het dekplaatje weder te verwijderen en de blootlegging der deelen te herhalen, soms hetzelfde meermalen te doen, eer het praeparaat zich duidelijk en klaar vertoont. Bij het gebruik van het omgekeerde mikroskoop bestaat dit bezwaar niet; men kan daarmede aan het praeparaat zoolang arbeiden, totdat het geheel gereed is. Zelfs zoude men aan den stang, die den spiegel draagt, eene loupe kunnen aanbrengen, die aan een kort armpje langs de staaf op en neder schuift en ook ter zijde kan gedraaid worden, ten einde des verkiezende boven het voorwerp te worden gebragt, om daaraan onder de loupe de vereischte bewerkingen te verrigten.

Ook is het om dezelfde reden een zeer nuttig werktuig

voor het onderzoek der ontwikkeling van plantaardige of dierlijke organismen, b. v. van zoetwater-algen, infusorien, eijeren van mollusken, enzv., die moeijelijk drukking kunnen verdragen, en waarbij de toetreding der lucht noodzakelijk is. Wil men b. v. het eene of andere organische ontwikkelingsproces gedurende eenige uren of zelfs dagen gadeslaan, dan kan men een glasplaatje met eenig gesmolten was of met een mengsel van was en terpenthijn boven de opening van de voorwerptafel bevestigen en dan hierop of, nog beter, op een afzonderlijk glasplaatje, of wel, indien het te groot is, in een glas- of gutta-perchabakje, het te onderzoeken voorwerp in water gedompeld brengen. Overdekt men nu het geheel met eenen 2 of 3 centimeters hoogen blikken of koperen ring, die van boven met eene vlakke glasplaat hermetisch gesloten is, terwijl de eenigzins verbreede onderrand met een mengsel van was en terpenthijn op de voorwerptafel wordt vast gekleefd, dan is de verdamping van het vocht verhinderd, hetgeen nog bevorderd wordt door de binnenvlakte van den ring, vóór men dezen op de tafel plaatst, met water te bevochtigen. Ter verhindering van het aanslaan des waterdamps tegen de glazen dekplaat is het nuttig dezen vooraf met een weinig olie te bestrijken.

Het is inzonderheid voor zoodanige doeleinden, dat een dergelijk werktuig, hetwelk ik sedert een paar jaar in gebruik heb, mij gebleken is uitnemend geschikt te zijn en boven andere mikroskopen de voorkeur te verdienen.

Doch tegenover deze voordeelen staan ook eenige nadeelen, waardoor zulk een omgekeerd mikroskoop voor een werktuig van gewonen vorm onderdoet. Vooreerst is het prisma, hoe voortreffelijk ook geslepen, toch als vast bestanddeel van een mikroskoop afte keuren, omdat het altijd eenigen scha-

delijken invloed uitoefent op zijn optisch vermogen. In de tweede plaats is de behoorlijke regeling der verlichting, bij zulk eene inrigting, waarbij het licht van boven op het voorwerp valt, steeds veel moeijelijker, dan wanneer de verlichtingstoestel onder de voorwerptafel is geplaatst, hetgeen vooral veroorzaakt wordt doordat het voorwerp niet alleen licht van den spiegel maar bovendien van alle zijden ontvangt, en dat de aldus zeer schuins op het voorwerp vallende stralen daarin gebroken en teruggekaatst worden, waardoor het geheele beeld nevelachtig en onduidelijk wordt. Ten einde dit te voorkomen dient het boven vermelde dekselvormige diaphragma, dat derhalve tamelijk digt boven het voorwerp moet worden gebragt, om de van ter zijde invallende stralen zooveel mogelijk buiten te sluiten. Intusschen moet ik er bijvoegen, dat deze verlichtingswijze in sommige gevallen, vooral waar schuins invallend licht vereischt wordt, uitnemend wel voldoet. Zeer moeijelijke proefvoorwerpen, waarop bij schuins van onderen invallend licht de streepjes zeer moeijelijk zigtbaar worden gemaakt, worden door de vereenigde schuinsche stelling van den spiegel en van het diaphragma met groote duidelijkheid gezien. In de derde plaats moet onder de nadeelen dezer inrigting genoemd worden, dat men, bij het gebruik van het sterkst vergrootende stelsel (N°. 5), het voorwerp niet plaatsen kan op een glasplaatje van de gewone dikte, maar op een plaatje van hetzelfde dunne glas, dat anders alleen als dekglas gebruikt wordt. Eindelijk ten vierde beschouw ik als het grootste gebrek van zulk een mikroskoop, dat het in zijnen tegenwoordigen toestand ongeschikt is voor de beschouwing der voorwerpen bij opvallend licht. Echter bestaat de mogelijkheid, om, door gepast aangebragte spiegelende oppervlakten, in dit gebrek althans ten deele te voorzien.

Deze aanwijzing van de voor- en nadeelen van het omgekeerde mikroskoop, vergeleken met een ander van gewone zamenstelling, zullen, vertrouw ik, voldoende zijn om den lezer in staat te stellen te beoordeelen aan welk dezer werktuigen hij voor het bijzonder doel, waartoe hij het wenscht aantewenden, de voorkeur moet geven.

In hetzelfde jaar (1850), dat Nachet voor Lawrence Smith het boven beschreven mikroskoop vervaardigde, kwam ook, naar het schijnt geheel onafhankelijk van hen, Dr. Leeson in Londen op hetzelfde denkbeeld, en werd toen, naar zijn voorschrift, een dergelijk omgekeerd mikroskoop, dat alleen door de op en neder beweegbare voorwerptafel van het Nachetsche werktuig verschilt, door de instrumenmakers Smith & Beck vervaardigd. De eerste melding daarvan werd echter zes jaren later gemaakt door Highley (1), die bij dezelfde gelegenheid de beschrijving en afbeelding gaf van een mineralogisch mikroskoop, dat, wat de hoofdzaak betreft, dezelfde inrigting bezit als het omgekeerde mikroskoop, maar bovendien voorzien is van eene om twee assen beweeglijke voorwerptafel, met twee daaraan beantwoordende verdeelde cirkels, om de hellingshoeken van kristalvlakken te meten, van een tourmalijn - en een kalkspaathplaatje in het oculair, om het werktuig te gebruiken in plaats van Kobell's stauroskoop, en nog andere toestellen, waardoor het voor kristallographische onderzoekingen zeer geschikt is.

12. In 1848 noemde ik (z. *Het Mikroskoop* I p. 265) onder de middelen, welke dienen kunnen, om het zamengesteld

(1) *Quart. Journ.* Julij 1856 No. XVI. p. 280.

mikroskoop regtkeerend te maken, ook twee regthoekige prismata, zoodanig boven elkander geplaatst, dat de hypothenusenvlakken evenwijdig zijn met de as van het mikroskoop, terwijl het terugkaatsingsvlak van het eene prisma loodregt staat op dat van het andere. Daardoor worden twee halve omkeeringen te weeg gebragt, zoodat ten slotte het beeld zich weder geheel in dezelfde rigting vertoont als het voorwerp. Ik drukte toen echter de vrees uit, dat zulk eene combinatie, ten gevolge van den schuinschen inval der stralen, te weinig licht zoude doorlaten. Later is gebleken dat die vrees ongegrond was. Dove (1) heeft haar als terrestrisch oculair voor verrekijkers met goed gevolg aangewend.

Ook voor mikroskopen kan zij derhalve worden gebezigd, doch alsdan verdient de voorkeur de verbinding van een regthoekig prisma met een daarboven geplaatst prisma van een zoodanigen vorm, dat de stralen daaruit onder eenen hoek van 30°—40° met de mikroskoopas naar buiten treden, dewijl dan het hoofd eene gemakkelijker houding heeft.

Nog beter dan zulk eene verbinding van twee prismata voldoet een enkel prisma, in welks binnenste door eene herhaalde terugkaatsing dezelfde regtkeering wordt te weeg gebragt. Een zoodanig prisma zijn wij aan Amici verschuldigd. De afbeelding in fig. 42 pl. II stelt hetzelve vervaardigd door Nachet voor, zoo als het zich vertoont in eene eenigzins schuinsche rigting van de eene zijde en van boven gezien, terwijl de gestippelde lijnen de niet in het gezigt vallende kanten aanduiden. Het onderste vlak *b a i k f* dient voor de doorlating der stralen, die uit het oculair treden. De vlakken *abcd* en *efbc* zijn de terugkaatsingsvlakken; het

(1) *Ann. der Phys. u. Chemie.* 1851 LXXXIII p. 189.

is daarop, dat de stralen van regts naar links en omgekeerd weder van links naar regts geworpen worden, zoodat eene volkomene omkeering van het beeld plaats grijpt. Het bovenste vlak *ceghd* laat de aldus teruggekaatste stralen weder uittreden, zoodat zij in het oog des waarnemers geraken. De overige vlakken *aihd*, *ghik* en *egkf* zijn van geen invloed op de optische werking van het prisma, dat slechts tot zoover afgeslepen is, om het niet noodeloos grooter te maken. De hoek, die de boven- en ondervlakken *ceghd* en *baikf* met elkander maken, bedraagt 58°, die der vlakken *abcd* en *efbc* 81°½.

Dit prisma is besloten in een kastje, hetwelk van onderen voorzien is van eenen ring, die op het oculair wordt geplaatst. Nachet levert dezen toestel afzonderlijk voor 25 francs.

Inderdaad is deze inrigting onder alle regtkeeringsmiddelen wel de gemakkelijkste in het gebruik. Zij heeft slechts een nadeel, daarin bestaande, dat het veld merkelijk verkleind wordt, wanneer men er regt door heen ziet. Door het oog echter eenigzins te verplaatsen, kan men het geheele veld overzien. Zij heeft ook nog het voordeel van met weinig moeite op elk mikroskoop te kunnen worden aangebragt, want, indien de ring, waarmede het prisma op het oculair wordt geplaatst, te groot of te klein mogt zijn, kan deze ligtelijk door eenen anderen vervangen worden, die om het oculair van het te gebruiken mikroskoop past.

15. Wat de werktuiglijke inrigting der zamengestelde mikroskopen aanbelangt, zoo zijn daarin gedurende de laatste jaren geene zeer belangrijke verbeteringen gemaakt. Slechts twee zoodanige verdienen hier eene opzettelijke vermelding, omdat elk harer op een nieuw beginsel berust.

Vooreerst: de door Riddell (1) aanbevolen beweging ter fijne instelling door middel van een zuiger, die op en neêr gaat bij de ademhaling door eene caoutchoucbuis, voorzien van een ivoren mondstuk, dat men in den mond houdt. Het hoofdvoordeel hiervan is, dat beide handen aldus voor de beweging van het voorwerp vrij blijven, hetgeen bij het doen van ontledingen onder het mikroskoop van gewigt is. Riddell heeft het dan ook in de eerste plaats toegepast op het enkelvoudig, tot dissectien gebezigd mikroskoop. Eene nadere beschrijving van de wijze, hoe de toestel is ingerigt, is niet gegeven, maar Riddell zelf zegt er van, dat hij verwonderlijk wel voldoet. Het denkbeeld is in elk geval vernuftig te noemen en verdiént eene nadere beproeving.

In de tweede plaats: de magnetische voorwerptafel. Het eerste denkbeeld daarvan behoort aan King te Bristol, die in eene der zittingen van de *Microscopical Society* in 1851 een mikroskoop, voorzien van zulk eene magnetische voorwerptafel, toonde. Hoe deze was zamengesteld is mij niet bekend. Iets later gaf Busk (2) de beschrijving en afbeelding van eene dergelijke inrigting. Zij is zeer eenvoudig en kan aan elk mikroskoop worden aangebragt. Twee nagenoeg halfcirkelvormige magneetstaafjes bevinden zich onmiddelijk onder de geelkoperen voorwerptafel van gewoon maaksel, welks opening zij omgeven. Hunne pooleinden zijn naar elkander toegekeerd, met eene tusschenruimte van 2 tot 3 millimeters, zoodat beide vereenigd eenen bijna gesloten ring vormen. Nabij elk der pooleinden bevindt zich een loodregt geplaatst ijzeren stiftje, dat past in eene daaraan beantwoordende kleine opening

(1) *Quart. Journ.* etc. Julij 1853 No. IV p. 305.
(2) *Quart. Journ.* etc. Julij 1854 N°. VIII p. 280.

der voorwerptafel, in dier voege dat het een haarbreedte daarboven uitsteekt. Deze vier stiftjes dienen derhalve om de magnetische kracht op de bovenvlakte der voorwerptafel over te brengen. Als voorwerpdrager wordt eene langwerpige ijzeren plaat gebezigd, die lang genoeg is, om ter weêrszijde buiten de voorwerptafel uittesteken en aan beide einden smaller dan in het midden is. Aldaar bevindt zich eene opening en ter weêrszijde daarvan eene klem om het glasplaatje, waarop zich het voorwerp bevindt, zoo noodig, te bevestigen.

Eene vereenvoudiging is daarin gebragt door Newton Tomkins (1), die, in plaats van twee magneten, eenen enkelen hoefijzervormigen magneet in de voorwerptafel heeft bevestigd.

Iets grooter is de wijziging door Spencer (2) daarin gemaakt. Deze verbindt met den voorwerpdrager eene gemagnetiseerde dunne ijzeren plaat of staaf en omgeeft de opening in de voorwerptafel met een ijzeren niet gemagnetiseerden ring. Natuurlijk is het gevolg hetzelfde als in de beide vorige inrigtingen.

Het voordeel aan zulk eene magnetische voorwerptafel verbonden is van tweederlei aard. Vooreerst wordt, door de daardoor te weeg gebragte aankleving, de regelmatige, langzame beweging van het voorwerp door de hand gemakkelijker gemaakt. Ten tweede kan de aantrekkingskracht door den magneet hier de gewoonlijk gebruikte klemmen vervangen, die dienen om het voorwerp op zijne plaats te houden, vooral bij eene hellende stelling van het mikroskoopligchaam. Om dit laatste voordeel echter geheel te verkrijgen, zoude

---

(1) *Quart. Journ.* Julij 1857 N°. XX p. 237.
(2) *Quart. Journ.* Januarij 1855 N°. X p. 174.

de voorwerpdrager zelf ook zonder klemmen moeten zijn. Dit kan gevoegelijk geschieden door dezen langs de eene zijde van een 2 tot 3 millim. verheven rand te voorzien, waar tegen dan het glasplaatje rust. Hierdoor worden de klemmen geheel ontbeerlijk gemaakt.

Tegen deze voordeelen staat echter ook een nadeel over, dat namelijk alle ijzeren werktuigen veel ligter voor oxydatie bloot staan dan koperen, te meer daar zulke magneten en ijzeren voorwerpdragers niet wel gevernisd kunnen worden. Intusschen moet men erkennen, dat de kosten van zulk eene inrigting en, zoo noodig, van het op nieuw afschuren en polijsten der ijzeren oppervlakten, zoo gering zijn, dat het genoemde nadeel geene voldoende reden oplevert, om haar geheel als onbruikbaar te verwerpen, maar wel om onder de verschillende wijzen, waarop zij kan worden aangebragt, diegene te kiezen, waarbij het ijzer het minst aan roest is blootgesteld. Verkieslijk is het daarom, even als Busk gedaan heeft, de magneten onder de koperen voorwerptafel te brengen. De voorwerpdrager moet echter niet alleen uit eene ijzeren maar uit twee dunne op elkander bevestigde metaalplaten worden zamengesteld, de onderste van ijzer, de bovenste, die van eenen lagen opstaanden rand voorzien is, van koper, om de eerste aldus te beveiligen tegen het water, waarmede de voorwerpen bevochtigd worden, en dat overvloeijende, gelijk zoo ligt het geval is, het ijzer zou doen roesten maar aan het koper niet schaadt.

Volgens deze beginselen heb ik bij den instrumentmaker H. Olland alhier een klein Nachetsch mikroskoop van eene magnetische voorwerptafel doen voorzien. Fig. 24 pl. I stelt de voorwerptafel van het mikroskoop voor, op de halve grootte. Daaronder zijn twee regte magneetstaafjes A en B

aangebragt, welke door gestippelde lijnen zijn aangeduid. Zij zijn 50 millim. lang, 5 millim. breed en 4 millim hoog. Hun onderlinge afstand bedraagt 22 millim. Met de pool-einden staan de vier korte staalcylindertjes *a*, *b*, *c*, en *d* in verband, die van boven afgerond zijn en even (ongeveer $\frac{1}{5}$ millim.) boven de oppervlakte der voorwerptafel uitpuilen.

Fig. 25 A is de voorwerpdrager, die 120 millim. lang en 55 millim. breed is, aan beide einden in een paar handvatsels uitloopende. Hij bestaat uit twee platen, elk van 1 millim. dikte, de onderste van ijzer, de bovenste van koper. Op den voorrand dezer laatste is het 2 millim. hooge lijstje *aa* bevestigd, zoodat zich dus de doorsnede als in B zoude vertoonen.

Deze inrigting voldoet zeer goed aan het oogmerk. Wanneer eene voorwerplaat tegen de lijst *aa* gelegd wordt, kan men het mikroskoop horizontaal plaatsen, zonder het minste gevaar, dat de drager van de voorwerptafel valt. Zelfs is het raadzaam de magneetstaafjes niet al te sterk magnetisch te maken, daar anders de beweging van den voorwerpdrager te moeijelijk wordt. De regte verhouding is: dat de magneetkracht juist voldoende is dezen aan de voorwerptafel genoeg te doen vastkleven, om het afvallen te beletten (1).

Hier ter plaatse moet ook de voorwerpdraaischijf vermeld

---

(1) Toen ik aan Nachet eene beschrijving gaf van deze magnetische voorwerptafel, deelde hij mij twee verbeteringen mede, die hij zich voorstelde daarin te maken. De eerste bestaat daarin, dat de beide magneten niet door schroeven met de voorwerptafel zouden verbonden worden maar aan een afzonderlijk armpje bevestigd, dat, desverkiezende, iets naar beneden kan worden gebragt, zoodat de uiteinden der vier staalcylindertjes dan onder het bovenvlak der voorwerptafel komen. De tweede verbetering is eene bekleeding van de onderste ijzeren plaat des voorwerpdragers met een koperlaagje door bestrijking met de oplossing van een koperoxydzout.

worden, waarvan Welcker (1) zijn mikroskoop heeft doen voorzien. Zij is op de halve grootte in fig. 53 pl. I in doorsnede afgebeeld en bestaat uit eene ronde koperen plaat *bb* met eene opening in het midden en daaronder een kort buisvormig aanhangsel, dat in de opening der voorwerptafel *aa* past en daarin kan ronddraaijen. De plaat rust niet met hare geheele oppervlakte op die der voorwerptafel, daar hierdoor eene te groote wrijving zoude ontstaan, maar alleen op eene kringvormige verhevenheid *dd*, die zich op korten afstand van den rand der plaat bevindt. Deze laatste is gekarteld, ten einde de schijf gemakkelijk met den vinger te kunnen doen draaijen.

Dit kleine en weinig kostbare toevoegsel tot het mikroskoop is werkelijk zeer doeltreffend en kan in de meeste gevallen de draaijende voorwerptafels van de grootere mikroskopen van Oberhäuser, Nachet en Kellner vervangen. Ik moet hier echter herinneren, dat min of meer overeenkomstige ofschoon minder eenvoudige en doelmatige inrigtingen reeds bij vele oudere mikroskopen bestonden, gelijk bij dat van Hertel (*Het Mikroskoop* III bl. 139), van Martin (ibid. bl. 147) en desgelijks bij verscheidene nieuwere engelsche mikroskopen.

14. Lionel Beale, hoogleeraar aan *King's College* te Londen heeft een mikroskoopgestel doen vervaardigen (2), dat in verscheidene opzigten van de reeds bestaande afwijkt en reeds daarom hier kortelijk beschreven moet worden.

---

(1) *Ueber die Aufbewahrung mikroskopischer Objecte nebst Mittheilungen über das Mikroskop und dessen Zubehöhr*, Giessen, 1856. s. 27.
(2) *Quart. Journ.* April 1856 *Transact.* p. 13.

Het is afgebeeld in fig. 4 pl. I. Door verschillende lijnen, dikke, dunne en gestippelde, zijn drie der hoofdstellingen aangeduid. De stam *a* bestaat uit twee in elkander schuivende buizen, zoodat hij naar willekeur verlengd en verkort kan worden. Hij past in de korte buis *h*, die met den voet verbonden is. Aan den stam bevinden zich de voorwerptafel *f* en de spiegel *g*, die beide des verkiezende kunnen verwijderd worden. Boven met den stam is, door middel eener scharniergeleding, beweeglijk vereenigd eene korte buis *z*, waarin eene tweede buis of arm *b* heen en weder glijdt, maar verhinderd is te draaijen door den uitspringenden kant *l*, die past in eene groeve in de buis *z*. Met dezen arm wederom door eene scharniergeleding *e* verbonden is het mikroskoopligchaam *c*. Voor de grove instelling dient de hefboom *n*, voor de fijne een mikrometerschroef boven het objectief. Ten einde te verhinderen, dat bij de beweging des hefbooms het mikroskoopligchaam te onverhoeds neder daalt en daardoor het objectief tegen het voorwerp stoot, is voor aan het mikroskoopligchaam een koperen stuk *p* bevestigd, met eenige gaatjes, waarin een klein koperen pennetje kan gestoken worden.

De bedoeling dezer eenigzins zamengestelde inrigting is een mikroskoop te bezitten, dat in verschillende stellingen kan worden gebragt, al naar gelang van den bijzonderen aard van het onderzoek, waartoe men het mikroskoop wenscht te gebruiken.

Wordt namelijk de stam uit de buis *h* getrokken en de arm *b* daarvoor in de plaats gebragt, dan heeft men een onder eenen zekeren hoek hellend mikroskoop, dat eene gemakkelijke houding voor het hoofd aanbiedt (1).

(1) Deze hellende stelling is niet in de figuur opgenomen, om deze niet te verward te maken.

Door daarentegen den arm *b* zoover mogelijk naar voren en in eene geheel horizontale stelling te brengen, tevens het mikroskoopligchaam *c* in de loodregte rigting houdende, komt de as van dit laatste een eindweegs bezijden het voetstuk, en kan men er eene vrije voorwerptafel, rustende op een afzonderlijk voetstuk, onder brengen. Deze stelling van het mikroskoop is de gunstigste voor dissectien. Zij is in de afbeelding door dunne lijnen aangeduid.

Eindelijk in de vierde plaats kan de arm *b* nagenoeg loodregt en het mikroskoopligchaam *c* horizontaal gesteld worden, wanneer men dieren of planten wenscht te beschouwen, die zich in een ter zijde daarvan geplaatst glazen vat bevinden, terwijl dan tevens door uittrekking van de buizen, die den stam *a* zamenstellen en door de opwaarts schuiving van den arm *b* de geheele hoogte van het werktuig kan vergroot worden. Deze stelling wordt door de gestippelde lijnen verzinnelijkt.

Aan een aldus ingerigt werktuig is voorzeker geene veelzijdigheid van toepassing te ontzeggen. Te betwijfelen is het echter, of de zoo noodige stevigheid en vastheid der hetzelve zamenstellende deelen groot genoeg is voor het verrigten van naauwkeurige waarnemingen, vooral bij het gebruik van sterke objectieven.

15. Thans moge hier een overzigt volgen van hetgeen mij, aangaande de in de laatste jaren door onderscheiden makers vervaardigde zamengestelde mikroskopen, is bekend geworden. Ik zal daarbij dezelfde volgorde in acht nemen als vroeger (z. *Het Mikroskoop* III bl. 182—290), namelijk die naar de verschillende landen. Te betreuren voorzeker is het, dat nog steeds het geboorteland des mikroskoops daaronder geene plaats mag innemen.

In Parijs handhaaft de werkplaats van Oberhäuser nog steeds zijnen ouden roem, doch thans onder de firma van G. Oberhäuser & E. Hartnack. Om eenig denkbeeld te geven van de productiviteit dezer werkplaats, voeg ik hierbij, dat, terwijl ik van daar in December 1848 een groot mikroskoop ontving met het nommer 1550, op datgene, hetwelk aan den hoogleeraar W. Vrolik den 7 Maart 1850 gezonden is, het nommer 1786 staat, zoodat derhalve in nog geen anderhalf jaar 236 mikroskopen deze werkplaats verlaten hebben.

De gelegenheid heeft mij ontbroken grootere mikroskopen met sterkere objectiefstelsels, aldaar sedert de verandering der firma vervaardigd, te onderzoeken. Een klein mikroskoop, dat voor weinige maanden ontvangen is, en waarbij, zoo als gewoonlijk, de stelsels N°. 4 en 7 met de oculairen N°. 2 en 3 gevoegd zijn, staat in optisch vermogen geheel gelijk met dergelijke tien jaren vroeger vervaardigde werktuigen. Wat de werktuiglijke inrigting betreft, zoo is deze mede in de hoofdzaak dezelfde. Alleen is de voorwerptafel merkelijk vergroot, en de schroef voor fijne instelling van achteren aangebragt, welk een en ander als wezenlijke verbeteringen kunnen beschouwd worden. Of Oberhäuser en zijn tegenwoordige vennoot belangrijke verbeteringen aan hunne grootere mikroskopen hebben aangebragt, met name aan de daarbij gevoegde objectiefstelsels, is mij onbekend.

Met meer zekerheid kan zulks gezegd worden van Nachet. Voor dezen is inzonderheid zijn bezoek van de Londensche wereldtentoonstelling, waar hij kennis maakte met de uitstekende werktuigen van Ross, Powell en Smith, vruchtbaar geweest. Reeds vroeger, maar vooral sedert dien tijd, heeft hij zich ijverig toegelegd op de verbetering zijner

objectiefstelsels, inzonderheid wat betreft de vergrooting van hunnen openingshoek. Dit moge daaruit blijken, dat terwijl een stelsel (N°. 7) van 1,6 millim. brandpuntsafstand, behoorende bij een in 1849 vervaardigd mikroskoop, eenen openingshoek had van 90°, ik in 1855 een dergelijk stelsel, van 1,5 millim. brandpuntsafstand, van hem ontving, hetwelk eenen openingshoek van 148° heeft, ofschoon ik er bij moet voegen, dat daarvan slechts 120° als de maat der werkelijk nuttige opening te beschouwen is.

Nachet heeft ook Ross nagevolgd in diens handelwijze ter verbetering der objectieven voor het gebruik van dekplaatjes (z. *Het Mikroskoop* III. bl. 259). Natuurlijk echter komen de objectieven, die van zulk eene inrigting ter verbetering voorzien zijn, merkelijk hooger in prijs. Nachet gaat dan ook voort objectieven te leveren, waaraan deze inrigting niet voorkomt, en welke dus alleen met dekplaatjes van eene bepaalde dikte de beste uitwerking hebben.

Zichier de prijzen zijner objectieven, wanneer zij bij een zijner mikroskopen gevoegd worden:

| | zonder verbeterings-toestel | met verbeterings-toestel |
|---|---|---|
| N°. 0 | 15 fr. | |
| — 1 | 20 — | |
| — 2 | 20 — | |
| — 3 | 20 — | 50 fr. |
| — 4 | 25 — | 60 — |
| — 5 | 30 — | 75 — |
| — 6 | 40 — | 95 — |
| — 7 | 60 — | 125 — |
| — 8 | 80 — | 180 — |

Elk oculair, waarvan hij er gewoonlijk drie bij zijne grootere mikroskopen voegt, kost 10 francs.

Behalve het oudere gestel met den trommelvormigen voet, vervaardigt Nachet tegenwoordig ook andere mikroskoopgestellen, waarbij het ligchaam, in navolging der Engelsche mikroskopen, in verschillende hellingen kan gebragt worden, van de vertikale tot de horizontale stelling toe. Een groot mikroskoop van deze inrigting is afgebeeld op pl. I fig. 5. Wanneer dit mikroskoop voorzien is van al de objectieven, met den verbeteringstoestel, van drie oculairen, eene draaijende voorwerptafel, eenen volledigen verlichtingstoestel, eenen oculairmikrometer, eenen goniometer, eenen polarisatietoestel, een compressorium, een verlichtingsprisma, eene groote lens voor verlichting met opvallend licht, eene verzameling van scharen, pincetten, mesjes, naalden enzv., dan bedragen de kosten te zamen 1150 francs; maar wanneer slechts zes (N°. 0, 1, 2, 3, 5 en 7) niet van den verbeteringstoestel voorziene objectieven daarbij genomen en ook eenige andere niet voor alle onderzoekingen vereischte accessoria worden weggelaten, daalt de prijs tot 635 fr.

Zeer aanbevelingswaardig zijn zijne kleinere mikroskoopgestellen, die mede onder verschillende hellingen kunnen gebragt worden (z. pl. I fig. 6). Zulk een mikroskoop kost 190 fr., wanneer er drie objectieven (N°. 1, 3 en 5) en drie oculairen bijgevoegd zijn, natuurlijk minder of meer wanneer men er slechts twee of meer dan drie objectieven bij verlangt.

Nog eenvoudiger ingerigt maar desniettemin zeer bruikbare gestellen worden door Nachet voor nog geringere prijzen geleverd. Zulk een gestel, met twee objectieven (N°. 1 en 3) en twee oculairen, waardoor men een mikroskoop verkrijgt

dat voor verreweg de meeste onderzoekingen volkomen geschikt is, kost slechts 110 fr.

Eindelijk vermeld ik hier nog een zakmikroskoop, dat inzonderheid voor reizigers uitnemend geschikt is, daar het, ingepakt zijnde, een verguld koperen kistje vult van slechts 9 centim. lengte en 5 centim. breedte. Dit geheele werktuigje, afgebeeld op pl. I fig. 15, stelt een tot het minimum van beknoptheid gebragt miniatuurmikroskoop daar, en desniettegenstaande is het voor verreweg de meeste onderzoekingen even geschikt als een werktuig van gewone afmetingen. De lengte der buis bedraagt, wanneer de binnenste buis is ingeschoven, 7 centim.; wordt deze uitgetrokken, dan stijgt zij tot 10 centimeters. Haar doormeter is slechts 14 millim. Wanneer de deksel, tegen welks binnenvlakte de objectieven geborgen worden, wordt opgeligt, dan springt het voorste gedeelte van het kistje in twee helften open, in dier voege dat twee openingen vrij komen, eene aan de voorzijde voor het holle spiegeltje dat 14 millim. in doorsnede heeft, maar door zijnen korten brandpuntsafstand eene geheel voldoende verlichting geeft, en eene andere bovenwaartsche om het licht naar de voorwerptafel door te laten. Deze laatste is eigenlijk niet anders dan het voorste gedeelte van het kistje zelve. Voor de fijne instelling dient eene mikrometerschroef, die op dergelijke wijze achter aan de stam is aangebragt als bij zijne grootere werktuigen. Nachet voegt bij dit mikroskoop de stelsels N°. 1, 5 en 6 en een oculair. Boven het objectiefstelsel bevindt zich nog eene zeer zwakke achromatische lens en ook het bovenste glas van het oculair is eene achromatische dubbellens. Deze wijzigingen in de optische inrigting werden door de sterke verkorting der buis noodzakelijk gemaakt. In weerwil van den geringen doormeter der beide glazen, die het ocu-

lair zamenstellen, is toch de doormeter van het gezigtsveld geenszins geringer dan deze gewoonlijk bij het gebruik van zwakke oculairen bij grootere werktuigen is. Het heeft namelijk voor eenen duidelijkheidsafstand van 25 centim. eene middellijn van 11 centim.

Dit zakmikroskoop wordt door Nachet geleverd voor 160 fr.

Over zijn omgekeerd mikroskoop is reeds het noodige op bl 55 gezegd. Zijne binoculaire en tri-oculaire mikroskopen zullen later besproken worden.

Ik mag echter niet nalaten hier nog bijtevoegen, dat de werktuigen van Nachet allen lof verdienen, zoowel wat het werktuiglijke als wat het optische hunner inrigting betreft. Vooral zijne in den laatsten tijd vervaardigde sterke lenzenstelsels worden voorzeker door weinige andere in onderscheidend vermogen overtroffen. Met een stelsel N°. 8, dat met zijn zwakste oculair eene vergrooting van 840 maal gaf, zag ik met de grootste klaarheid de beide stelsels van streepjes of liever van stippels op *Pleurosigma angulatum* in canadabalsem (1) en ik twijfel niet of nog merkelijk moeijelijker proefvoorwerpen kunnen, bij inachtneming der noodige voorzorgen, daarmede worden opgelost (2).

Het getal der jaarlijks door Nachet afgeleverde mikroskopen bedraagt, volgens zijne mededeeling, gemiddeld een tweehonderdtal.

---

(1) Deze bijvoeging is noodig, want wanneer hetzelfde proefvoorwerp in de lucht ligt, dan zijn de streepjes reeds door een mikroskoop van veel geringer onderscheidend vermogen herkenbaar.

(2) Tot een naauwkeuriger onderzoek van dit stelsel ontbrak mij de gelegenheid, daar ik het alleen zag tijdens mijn verblijf te Bonn, bij de *Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte*, die ook door Nachet werd bijgewoond. Ik verwacht echter weldra een dergelijk stelsel van hem en zal dan het optisch vermogen daarvan op eene meer volledige wijze toetsen.

16. Amici te Florence, die reeds voor dertig jaren aplanatische mikroskopen vervaardigde, welke op dat tijdstip als de beste bestaande erkend werden, is mede nog in den laatsten tijd voortgegaan met de verbetering zijner objectief-stelsels, blijkens het door hem bij een mikroskoop voor Achille Brachet te Parijs gevoegd berigt, afgedrukt in een overigens tamelijk zonderling geschreven stukje van de hand des laatstgenoemden (1). Volgens dit berigt zijn de brandpunts-afstanden en openingshoeken der daarbij behoorende stelsels :

| | brandpuntsafstand. | | openingshoek. |
|---|---|---|---|
| N°. 1 | 22,82 | millim. | 26°. |
| — 2 | 8,47 | — | 57°. |
| — 3 | 4,27 | — | 70°. |
| — 4 | 3,92 | — | 57°. |
| — 5 | 3,30 | — | 77°. |
| — 6 | 1,74 | — | 160°. |

Uit eene vergelijking met het vroeger door mij (*Het Mikroskoop* III bl. 208) beschreven mikroskoop blijkt dus, dat het aan Amici later gelukt is, aan zijne sterkste stelsels ook eenen veel grooteren openingshoek te geven. Daarbij blijft de voorvlakte van het sterkste objectief nog op 0,4 millim. van het voorwerp verwijderd, hetgeen voor een stelsel van slechts 1,74 millim. brandpuntsafstand en 160° opening een buitengewoon lange afstand is.

Bovendien zijn tot de vervaardiging van dit objectief zes verschillende glassoorten gebezigd, die elk een verschillend brekend en kleurschiftend vermogen bezitten. Daardoor is

(1) *Simples préliminaires sur le commentaire de la notice du meilleur microscope dioptrique composé achromatique du professeur* Amici, par Achille Brachet Paris 1856.

het mogelijk geworden de onderscheidene stralen van het spectrum op eene merkelijk vollediger wijze te vereenigen dan wanneer slechts twee glassoorten gebruikt worden, waarbij steeds het zoogenaamde secundaire spectrum overblijft. Volgens Amici zelven worden daardoor nog streepjes met $\frac{1}{7000}$ lijn (ongeveer $\frac{1}{3000}$ millim.) tusschenruimte onderscheiden.

Dit stelsel en nog een ander is door Amici bepaaldelijk ingerigt, om met de voorvlakte der onderste lens in water gedompeld te worden, even als zulks trouwens reeds bij een vroeger door hem vervaardigd mikroskoop (z. *Het Mikroskoop* III bl. 491) geschied was. Daartoe wordt met een penseel op de voorvlakte der onderste lens en desgelijks op het dekplaatje, dat het voorwerp bedekt, een droppel water gebragt, in dier voege dat de beide droppels zich vereenigen, wanneer het objectief op den vereischten afstand van het voorwerp is gekomen, en er zich derhalve een laagje water tusschen het eerste en het dekplaatje bevindt.

Hierdoor onstaat eene verkorting van den brandpuntsafstand en eene daaraan beantwoordende toeneming der vergrooting (1), waarmede natuurlijk eene grootere onderlinge toenadering der het stelsel zamenstellende lenzen moet gepaard gaan, daar anders de afstand tusschen de voorste lens en het voorwerp te klein zoude worden.

Het is echter geenzins in de vermeerdering van het vergrootend vermogen, dat het eigenlijke voordeel dezer handelwijze te zoeken is. Dit ontstaat veeleer daaruit, dat de

---

(1) Het boven (bl. 52) vermelde stelsel van Nachet, die hierin het voorbeeld van Amici gevolgd is, kan ook aldus met water bevochtigd gebruikt worden, ofschoon het tevens voor de waarneming in de lucht geschikt is. Ik bevond dat de vergrooting, na de bevochtiging met water, ongeveer $\frac{1}{9}$ toegenomen was.

terugkaatsing van licht aan de naar het voorwerp toegekeerde oppervlakte der voorste lens van het objectiefstelsel door de bevochtiging met water nagenoeg geheel belet wordt. Deze terugkaatsing oefent eenen des te nadeeligeren invloed uit, naarmate de opening van het stelsel grooter wordt, omdat zij het aanzienlijkst is voor die stralen, welke in de meest schuinsche rigting het objectief treffen, derhalve voor de randstralen. Eene vermindering dezer terugkaatsing, door tusschen het voorwerp en het objectief eene middenstof te brengen, welker brekingsvermogen veel minder van dat van glas verschilt dan dat van lucht, brengt derhalve ongeveer hetzelfde te weeg als eene vergrooting van den openingshoek zoude doen. In het beeld, dat dan voor het oculair gevormd wordt, is het aandeel der randstralen grooter en gevolgelijk klimt het onderscheidingsvermogen van het mikroskoop.

Het lijdt dus geen twijfel, of, in de handen eens geoefenden waarnemers kan deze handelwijze hare nuttigheid hebben, wanneer het te doen is om tot aan de uiterste grenzen van het nog door een mikroskoop waarneembare doortedringen. Wanneer men zorg draagt de lenzen telkens weder behoorlijk aftedroogen, dan lijden deze ook niet daar onder. Intusschen moet men bekennen, dat de gevallen, waarin deze handelwijze werkelijk vruchtbaar is, betrekkelijk zeldzaam zijn. Voor de meest gewone onderzoekingen, waartoe men een mikroskoop gebruikt, kan men haar zonder schade ontberen.

16 In Duitschland worden aan het optisch Instituut van Merz te München, zoo teregt beroemd wegens de voortreffelijke van daar afkomstige verrekijkers, ook mikroskopen gemaakt. Deze staan echter ver beneden de zoo even genoemde werktuigen. Een van daar afkomstig mikroskoop,

dat ik onlangs gelegenheid had te onderzoeken, bleek mij zeer middelmatig te wezen en noch voor de sphaerische, noch voor de chromatische aberratie in die mate verbeterd te zijn, als waaraan wij thans, bij het gebruik van goede werktuigen, gewoon zijn geworden.

Van de nieuwere mikroskopen van Plössl kan ik niets uit eigen ervaring zeggen. Uit een door Pohl (1) aan de Keizerlijke Akademie te Weenen gegeven verslag blijkt echter, dat ook Plössl belangrijke vorderingen gemaakt heeft. Behalve de vroegere zeven objectieflenzen voegt hij er tegenwoordig nog een stelsel bij, bestaande uit onderling vast verbonden lenzen, gemerkt *a*, *b*, *c*. Volgens Pohl is bij schuinsche verlichting daarmede en met het aplanatisch oculair, bij eene vergrooting van 292 malen voor eenen duidelijkheidsafstand van 8 Par. duimen, de 15^de^ groep van het Nobertsche proefplaatje oplosbaar. Ofschoon nu helaas de waarnemingen aan Nobertsche proefplaatjes verrigt gebleken zijn, evenmin als die aan andere proefvoorwerpen, onderling volkomen vergelijkbaar te zijn, zoo mag men toch daaruit besluiten, dat dit stelsel eene hooge mate van onderscheidend vermogen en vermoedelijk dus eenen grooten openingshoek bezit. Volgens Pohl zoude het Plösslsche mikroskoop in dit opzigt boven een van Nachet staan, dat hij daarmede vergeleek, ofschoon hij erkent, dat dit op zijne beurt het Plösslsche overtrof in begrenzend vermogen.

Op het laatst van 1852 had ik gelegenheid een der groote mikroskopen van Nobert (thans woonachtig te Barth in Pommeren) te onderzoeken.

---

(1) *Sitzungsberichte der Kais. Akademie, Mathem. Naturwiss. Classe* 1853 XI p. 504.

Het geheele gestel is blijkbaar eene navolging van Schiek en van Plössl. Even als deze is het zeer hoog, 40—45 centim. boven het oppervlak, waarop het staat, zoodat men er alleen staande mede kan arbeiden. De stalen stam, waarlangs het ligchaam op en neder glijdt, door middel eener rondselbeweging, is echter niet driehoekig maar half cylindrisch. De wijze, waarop de fijne instelling geschiedt, is hoogst eenvoudig en, zoo al niet voor de grootere en kostbaardere instrumenten, dan toch uit hoofde der goedkoopheid, voor de kleinere mikroskopen aanbevelingswaardig. De vierkante voorwerptafel is met den stam door eene soort van scharnier verbonden; van achteren heeft zij een regthoekig omgebogen verlengstuk, dat tegen den stam aan rust. Wordt nu dit verlengstuk naar voren bewogen, dan rijst natuurlijk de voorwerptafel, draaijende om de as in het scharnier. Daartoe gaat door den stam, van achteren naar voren, eene schroef, welke van achteren eenen gekartelden knop heeft, terwijl het vooreinde stuit tegen het benedengedeelte van het loodregt nederdalende verlengsel der voorwerptafel. Door de schroef vooruit te brengen, doet men derhalve dat gedeelte der voorwerptafel, waarop zich het voorwerp bevindt, rijzen, terwijl het door zijne eigene zwaarte daalt bij eene rugwaartsche beweging der schroef, totdat het tegen den stam stuit.

Werkelijk is dit eenvoudig mechanisme voor de fijne instelling in vele gevallen volkomen voldoende, mits men, door middel der rondselbeweging, het mikroskoop reeds nagenoeg op den vereischten afstand van het voorwerp heeft gebragt. De geringe helling, die dit laatste daarbij aanneemt, schaadt niet bij het gebruik van zwakkere objectieven; maar voor sterkere stelsels, welker voorvlakte zeer digt bij

het voorwerp komt, zijn andere middelen ter fijne instelling, waardoor de oppervlakte der voorwerptafel steeds loodregt op de as van het mikroskoopligchaam blijft, te verkiezen.

De verlichtingstoestel bij dit mikroskoop bestaat uit eenen grooten hollen spiegel, die alleen om zijne as beweegbaar is en niet excentrisch kan gesteld worden, zoodat derhalve de gelegenheid tot schuinsche verlichting hier ontbreekt. Onder de voorwerptafel bevindt zich een verschuifbaar diaphragma met drie openingen van verschillenden doormeter. Aan de voorwerptafel bevestigd is een schroefmikrometer met een nonius die 10.000$^{de}$ deelen van de Par. lijn aangeeft.

Bij dit mikroskoop behooren drie zwakkere objectieflenzen, die 1, 2, 3 gemerkt zijn, en als 1, 1 + 2 of 1 + 2 + 3 kunnen gebruikt worden. Daarenboven zijn er twee sterkere objectiefstelsels bijgevoegd, die 4 en 5 zijn gemerkt. Deze beide laatste stelsels zijn voorzien van eenen verbeteringstoestel voor het gebruik met dekplaatjes van verschillende dikte, geheel overeenstemmende met dien van Smith & Beck (z. *Het Mikroskoop* III bl. 248). Voor het meten der dikte van de dekplaatjes dient de kleine in fig. 56 pl. 1 afgebeelde inrigting, bestaande uit twee koperen strooken, die van achteren zamen verbonden zijn. De bovenste dezer beide strooken is wigvormig en daardoor ontstaat eene dergelijke tusschenruimte, waarin het te meten dekplaatje gebragt wordt, terwijl dan de op de onderste strook gesneden verdeeling deszelfs dikte aangeeft.

Het getal der oculairen bedraagt vier. De twintig vergrootingen, die daardoor kunnen gemaakt worden, bedragen van 22 tot 1680 maal.

Ik heb mij voor een naauwkeuriger onderzoek alleen bepaald tot het sterkste objectiefstelsel. De brandpuntsafstand

daarvan bedraagt volgens mijne meting 1,93 millim. Volgens Nobert's opgave, bevat in een het mikroskoop verzellend berigt, zoude men van een daarbij gevoegd proefplaatje met 20 groepen van lijnen, met het zwakste oculair, bij 480 malige vergrooting, de 15de en met de sterkere oculairen de 19de en zelfs soms de 20ste groep (waarin de streepjes slechts $\frac{1}{8000}$ lijn afstand hebben) kunnen oplossen. Het is mij echter niet gelukt met zijn mikroskoop, waarbij alleen centrische verlichting mogelijk is, meer dan de 12de groep duidelijk opgelost te zien. Wel nam ik tot in de 20ste groep streepjes waar, doch alleen de grovere. Toen dit zelfde stelsel daarop met een mikroskoop verbonden was, welks verlichtingstoestel den schuinschen inval der stralen veroorlooft, zag ik hoogstens nog de 14de groep opgelost, terwijl een Amicisch stelsel van merkelijk grooteren brandpuntsafstand, namelijk 2,57 millim., bij denzelfden lichtinval, nog de 17de groep deed oplossen.

Dat bij dit onderzoek de correctietoestel voor de dikte der dekplaatjes in werking werd gebragt, spreekt van zelf. Overigens merk ik nog aan, dat deze waarnemingen bij daglicht zijn gedaan; bij kunstlicht zouden de uitkomsten vermoedelijk iets gunstiger zijn geweest.

Ofschoon nu dit mikroskoop van Nobert een goed en zeer bruikbaar werktuig moet genoemd worden, zoo beken ik echter, dat het niet geheel voldaan heeft aan de welligt iets te hoog gespannen verwachting, welke ik daarvan had opgevat, op grond zijner eigene aankondigingen en van den lof door anderen aan zijne objectiefstelsels toegezwaaid (1).

(1) Zie onder anderen Schumacher's *Astron. Nachr.* 1849. *Ergänzungsheft* s. 93, waar gezegd wordt, dat Schleiden, aan sommigen zijner stelsels boven die van Amici de voorkeur gaf.

Het is echter te verwachten, dat Nobert in de sedert verloopen vijf jaren wel nieuwe vorderingen zal gemaakt hebben. Wenschelijk is het dat hij daarbij ook een andere vorm van gestel kieze, waarmede men zittende kan arbeiden.

Onder degenen die zich sedert 1849 in Duitschland eenen welverdienden naam verworven hebben door de vervaardiging van uitmuntende mikroskopen, behoort ook Carl Kellner te Wetzlar, wiens te vroege dood men in het vorige jaar te betreuren had. Ik heb slechts gelegenheid gehad een drietal zijner kleinere mikroskopen te zien. Alle drie bleken in een optisch opzigt uitnemend goed bewerkt te zijn, ofschoon, daar er slechts een objectief en twee oculairen bij behoorden, er te weinig afwisseling in de vergrooting bestond. Een dezer mikroskopen is door mij naauwkeuriger onderzocht.

Het objectief, uit twee acromatische dubbellenzen bestaande, heeft eenen brandpuntsafstand van 7,9 millim. De correctie voor de aberratien, inzonderheid voor de sphaerische, is echter zoo volkomen, dat dit stelsel merkelijk sterkere oculairen verdraagt, dan gewoonlijk het geval is, zoodat het, getoetst aan dezelfde proefvoorwerpen, in optisch vermogen gelijk bleek te staan met een stelsel van 5,22 millim. brandpuntsafstand van Oberhäuser en een van 4,8 millim. brandpuntsafstand van Nachet. Het deed in dit opzigt slechts onder voor een Amicisch objectief van 8,7 millim. brandpuntsafstand.

Met de beide oculairen worden vergrootingen van 200 en van 355 maal verkregen. Bij een der andere mikroskopen behoorde echter een sterker oculair, waardoor de vergrooting tot 460 klimt, doch zonder voordeel voor de waarneming.

Wat de Kellnersche mikroskopen inzonderheid kenmerkt is hun groot en plat gezigtsveld. De doormeter daarvan,

op den duidelijkheidsafstand van 25 centim., bedraagt bij de drie genoemde oculairen 22, 26 en 27 centimeters. In weerwil dezer aanzienlijke ruimte, is er schier geene kromming van het beeld merkbaar. Slechts een der oculairen vertoont daarvan flaauwe sporen, maar de zeer geringe nog aanwezige kromming is binnenwaarts, derhalve juist in den tegenovergestelden zin als gewoonlijk. De oorzaak van deze opheffing der kromming van het beeld ligt in de gepaste inrigting van het oculair, in verhouding tot den brandpuntsafstand van het objectief. Reeds voor vele jaren (*Het Mikroskoop* I 1848, bl. 189, 216) heb ik zulks aangewezen en getoond, dat in een zamengesteld mikroskoop de eerste kromming, door het objectief te weeg gebragt, door het collectiefglas in eene tegengestelde kan worden veranderd, en dat deze op hare beurt door de wederom tegengestelde van het oogglas geheel kan worden opgeheven. Alles komt hier aan op de brandpuntsafstanden en den onderlingen afstand der oog- en collectiefglazen, die te zamen vereenigd een Huygensch of negatief oculair zamenstellen, want met een positief oculair blijft de kromming steeds bestaan en kan, om ligt inteziene redenen, nimmer geheel worden weggenomen. Bij een dezer Kellnersche oculairen vind ik den brandpuntsafstand van het planoconvexe oogglas 20 millim., dien van het biconvexe collectiefglas 32 millim. en hun onderlingen afstand 25 millimeters. Overigens zijn deze verhoudingen, zoo als van zelf spreekt, eigenlijk slechts volkomen juist, wanneer men het oculair met een objectief van bepaalden brandpuntsafstand en met eene mikroskoopbuis van bepaalde lengte bezigt. Volgens Kellner (1)

---

(1) *Das orthoskopische Ocular*, etc. Braunschweig 1849.

zelven bestaat het onderste glas van het oculair, dat is het biconvexe collectiefglas, uit twee onderling vereenigde lenzen. Het spreekt van zelf, dat zulks niet aan het eenmaal gereed zijnde oculair kan gezien worden, noch minder of deze beide lenzen uit eene verschillende glassoort bestaan. Doch voor het hoofddoel, namelijk het mikroskoop orthoskopisch te maken, wordt zulks niet vereischt, daar dit even goed met een enkelvoudig collectiefglas kan geschieden. Ook is het mij niet gebleken, dat zulk een orthoskopisch oculair het eigenlijk optisch vermogen van een mikroskoop vermeerdert, daar, bij eene verwisseling met een ander gewoon oculair, zich dezelfde proefvoorwerpen en groepen van het Nobert-sche plaatje even duidelijk vertoonen, mits zij in het midden des gezigtsvelds worden geplaatst.

Wat eindelijk de buitengewone grootte van het gezigtsveld aanbelangt, zoo is deze afhankelijk eendeels van de grootere toenadering van het collectiefglas tot het oogglas, anderdeels van het ten deele ook daardoor te weeg gebragte sterker vergrootend vermogen der Kellnersche oculairen. Zijn zwakste oculair vergroot namelijk het beeld door het objectief gevormd ruim 8 malen, terwijl de vergrooting der zwakste Oberhäusersche en Nachetsche oculairen nog niet de helft daarvan bedraagt.

De werktuiglijke inrigting dezer mikroskopen is eenvoudig en doeltreffend. Zij hebben eenen schijfvormigen voet, eene ronde voorwerptafel, daartusschen eenen kleinen hollen spiegel en een draaijend diaphragma voorzien van vier openingen. De fijne instelling geschiedt door eene achterwaarts aan den stam aangebragte mikrometerschroef, op de wijze als bij de nieuwere Oberhäusersche en Nachetsche werktuigen.

Na den dood van Kellner is Fr. Belthle aan het

hoofd van het optisch instituut te Wetzlar gekomen. Uit een verslag, hetwelk onlangs namens eene commissie, bestaande uit de HH. Leuckart, Phöbus, Wernher en Welcker, is bekend gemaakt (1), blijkt dat de thans daar vervaardigde mikroskopen voor de beste Kellnersche bijna niet onderdoen, terwijl de bewerking van hun mechanisch gedeelte beter is.

Zijne groote mikroskopen, voorzien van eenen spiegel voor schuinsche verlichting, eene voorwerpdraaischijf, vier objectiefstelsels en drie oculairen, waarmede, volgens de prijscourant, vergrootingen van 75 tot 2800 maal voor 8 duim duidelijkheidsafstand verkregen worden, kosten 108 Thal. en 10 Sgr. Een ander dergelijk, doch zonder het sterkste stelsel N°. 4 en oculair N°. 5, kost 80 Thal. en 10 Sgr. Door bovendien ook het stelsel N°. 2 weg te laten daalt de prijs tot 75 Thal. en 10 Sgr.

Ook vervaardigt hij kleinere mikroskopen, die echter mede van eenen spiegel voor schuinsche verlichting en eene voorwerpdraaischijf voorzien zijn, met de stelsels N°. 1 en 3 en twee oculairen, voor 50 Thal. en 10 Sgr., terwijl eindelijk de prijs zijner kleinste mikroskopen, waarbij alleen het stelsel N°. 2 behoort, 35 Thal. en 10 Sgr. bedraagt.

Tot de laatsten die zich in Duitschland als vervaardigers van mikroskopen hebben bekend gemaakt, behooren Bénèche en Wasserlein te Berlijn.

Op het laatst van 1850 had ik gelegenheid eenige hunner kleine mikroskopen en een groot mikroskoop te onderzoeken. De kleinere werktuigen hadden geheel hetzelfde maaksel als

---

(1) Zie H. Welcker, *Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte*, etc. Giessen 1856 p. 40.

de kleine Oberhäusersche mikroskopen, terwijl het model van het groote werktuig aan die van Schiek en van Plössl ontleend was. Zoowel in een optisch als in een mechanisch opzigt lieten deze mikroskopen veel te wenschen over. De vergrooting was voor een te aanzienlijk deel in het oculair overgebragt, daar noch de sphaerische, noch de chromatische aberratie der objectieven, in weerwil van hunnen tamelijk verren brandpuntsafstand, genoegzaam verbeterd waren om met zoo sterke oculairen een zuiver en scherp beeld te geven.

Later zijn zij echter van dezen weg afgeweken en hebben zij zich meer toegelegd op de vervaardiging van sterke objectieven. Reeds in 1851 vermeldt Schacht (1) door hen daargestelde objectieven, die slechts weinig zwakker dan N°. 7 van Oberhäuser waren en vermoedelijk dus eenen brandpuntsafstand van minder dan 4 millim. bezaten, en nog een jaar later gaf dezelfde (2) verslag van een door hen vervaardigd stelsel, waarvan het vergrootend vermogen staat tot dat van N°. 9 van Oberhäuser als 450 : 400, zoodat men derhalve aannemen mag, dat deszelfs brandpuntsafstand slechts ongeveer 1,5 millim. bedraagt. Dit stelsel bleek aan Schacht volkomen gelijk in optisch vermogen te staan met het genoemde sterkste stelsel van Oberhäuser. Nog later eindelijk vervaardigden zij een stelsel (geteekend N°. 11), dat van alle tot hiertoe vervaardigde wel den kortsten brandpuntsafstand zoude hebben, daar het, volgens Schacht (3) met hetzelfde oculair eene dubbel zoo sterke vergrooting geeft als Oberhäuser's N°. 9. Hij zegt er van: » Het beeld is

(1) *Das Mikroskop und seine Anwendung*. Berlin 1851 s. 19.
(2) *Botan. Zeitung* 1852 s. 319.
(3) *Botan. Zeitung* 1852 s. 700.

zonder gebreken, scherp, lichtsterk en volkomen vrij van kleuren."

Onlangs had ik zelf gelegenheid mij te overtuigen, dat werkelijk Bénèche en Wasserlein groote vorderingen gemaakt hebben, sedert ik hunne mikroskopen vroeger gezien had. De eerste hunner namelijk was gelijktijdig met mij te Bonn en had een zijner groote mikroskopen medegebragt. Het heeft geheel het maaksel en de inrigting der groote mikroskopen van Oberhäuser. Eenige waarnemingen, verrigt met een stelsel N°. 11, leverden zeer voldoende resultaten op, wat de netheid en zuiverheid der beelden betreft, maar het bleek mij tevens, dat het in vergrootend vermogen en derhalve in kortheid van brandpuntsafstand verre beneden het gelijknamige stelsel stond, waarvan Schacht gewag heeft gemaakt. De vergrooting met het zwakste bij dit mikroskoop behoorende oculair, dat nog iets sterker is dan het zwakste oculair van Oberhäuser, bedroeg weinig meer dan 450 maal, zoodat ik vermoed dat in de bepaling van Schacht eene vergissing ingeslopen is (1).

(1) Daar het hier een voor de geschiedenis en de kennis van den tegenwoordigen toestand des mikroskoops niet geheel onbelangrijk punt geldt, zoo acht ik het noodig hier nog eenige woorden bijtevoegen. De sterkste objectiefstelsels, welke tot dus verre gemaakt zijn, zijn vooreerst die van Pritchard, die reeds in 1837 een stelsel van $\frac{1}{18}$ E. d. (1,3 millim.) brandpuntsafstand vervaardigde; die der sterkste stelsels van Powell bedraagt $\frac{1}{16}$ E. d. (1,5 millim.); No. 8 van Nachet heeft 1,3 millim. brandpuntsafstand. Wenham (*Quarterly Journal* 1857 XIX. *Transact.* p. 142) heeft onlangs een stelsel tot stand gebragt, dat volgens hem zelven $\frac{1}{25}$ E. d. (1 millim.) brandpuntsafstand heeft, doch welke volgens den berigtgever (Shadbolt) $\frac{1}{20}$ E. d. (1,2 millim.) zoude bedragen. Nu heeft het sterkste stelsel No. 9 van het Oberhäusersche mikroskoop eenen brandpuntsafstand van 1,7 millim., en gevolgelijk, indien de bepaling van Schacht juist ware, dan zoude het aan Bénèche en Wasserlein gelukt zijn een stelsel (No. 11) te vervaardigen van ongeveer den halven

Bénèche en Wasserlein leveren hunne groote mikroskopen, die geheel naar het model der Oberhäusersche werktuigen vervaardigd zijn, met de objectiefstelsels N°. 4, 7, 9 en 11 en vijf oculairen, voor 170 Thaler.

Een kleiner dergelijk werktuig, zonder het stelsel N°. 11, kost 100 Thaler.

Van een nog kleiner, met de stelsels 4 en 7 en drie oculairen, ongeveer gelijk staande met de kleinere Oberhäusersche en Nachetsche mikroskopen, bedraagt de prijs 50 Thaler.

17. In Engeland nemen nog steeds de mikroskopen van Andrew Ross, Powell & Lealand en van Smith & Beck den eersten rang in. Alle drie zijn gestadig op den

---

brandpuntsafstand, dat is 0,85 millim. Het door mij onderzochte en boven vermelde stelsel heeft stellig eenen merkelijk grooteren brandpuntsafstand, ofschoon mij, tijdens ik gelegenheid had het te zien, de middelen ontbraken om dezen met juistheid te bepalen. De vergrooting is namelijk langs eenen omweg gevonden, omdat geen mikrometer voorhanden was. De gemiddelde lengte van het beeld van eenige schalen van *Pleurosigma angulatum*, door dubbelzien gemeten, werd bepaald en later de ware gemiddelde grootte van dergelijke schalen mikrometrisch gevonden. Ook de brandpuntsafstanden der beide glazen van het oculair en hun onderlinge afstand werden gemeten, alsmede de lengte der buis. Een en ander werd later vergeleken met dezelfde afstanden bij een groot Oberhäusersch mikroskoop, waaruit bleek, dat het aandeel van het zwakste oculair aan de vergrooting der beelden bij het laatste merkelijk geringer is dan bij het onderzochte mikroskoop van Bénèche en Wasserlein. Ofschoon nu deze handelwijze verre is van op juistheid aanspraak te maken, zoo heeft zij mij echter overtuigd, dat het genoemde stelsel No. 11 geenszins alle andere in vergrootend vermogen overtreft, maar veeleer eenen slechts weinig geringeren brandpuntsafstand dan No. 9 van Oberhäuser kan hebben, ten zij onder denzelfden naam vroeger aan Schacht een stelsel geleverd is, dat van het door mij onderzochte zeer aanmerkelijk verschilt. Wel is waar zijn twee gelijknamige stelsels, uit dezelfde werkplaats afkomstig, nimmer volkomen gelijk, doch deze verschillen bewegen zich gewoonlijk binnen zeer enge grenzen.

weg der verbetering voortgegaan, en, wat de grootte der openingshoeken aanbelangt, die het hun gelukt is aan hunne stelsels te geven, kunnen weinige, die op het vaste land van Europa vervaardigd zijn, met dezen wedijveren.

Het mikroskoop in 1851 door Ross geplaatst op de Londensche tentoonstelling, waarvoor hij de raadsmedaille (*council medal*) ontving, was voorzien van de volgende objectieven:

| | | Brandpuntsafstand. | Openingshoek. |
|---|---|---|---|
| 1 E. d. | = | 25,4 millim. | 27°. |
| $\frac{1}{2}$ — | = | 12,7 — | 60°. |
| $\frac{1}{5}$ — | = | 5,1 — | 115°. |
| $\frac{1}{8}$ — | = | 3,2 — | 107°. |
| $\frac{1}{12}$ — | = | 2,1 — | 135°. |

Dit mikroskoop werd door de Jury zeer geroemd, inzonderheid omdat de dubbellenzen, die de stelsels zamenstelden, uit verschillende glassoorten bestonden, waardoor de kleuren van het secundaire spectrum, die in objectieven van gewone zamenstelling steeds overblijven, nagenoeg volkomen verdwenen waren.

Later heeft echter Ross objectieven van nog merkelijk grooteren openingshoek gemaakt. Dergelijke van $\frac{1}{8}$ E. d. (3,1 millim.) brandpuntsafstand en 155° openingshoek werden vermeld in de aanspraak, waarmede de president, G. Jackson de jaarlijksche zitting der *Microscopical Society* in 1853 opende (1).

Ook de mikroskopen van Smith & Beck, die op de Londensche tentoonstelling eene dergelijke belooning als Ross en op de Parijsche van 1855 eene medaille der eerste klasse ontvingen, zijn van uitmuntende objectieven voorzien, ofschoon zij door de Jury te Londen iets beneden die van

(1) *Quart. Journ.* 1853 III. *Transact.* p. 82.

Ross werden gesteld. Vermelding verdient het, dat zij objectieven van $\frac{4}{10}$ E. d. (6,1 millim.) vervaardigen, welke den voor dien brandpuntsafstand zeer grooten openingshoek van 90° bezitten, waardoor deze vooral voor de waarneming van voorwerpen bij opvallend licht uitnemend geschikt zijn. Dat zij het zijn, die in den laatsten tijd hunne objectieven voorzien hebben van een draaijend diaphragma, ten einde, met behoud van de voordeelen eener groote opening, hare nadeelen opteheffen, is reeds boven (bl. 29) gezegd.

Wat Powell & Lealand betreft, zoo zal het, ten einde te toonen, dat ook zij belangrijke vorderingen gemaakt hebben, voldoende zijn hier te vermelden, dat zij in het vorige jaar een objectiefstelsel hebben vervaardigd van $\frac{1}{16}$ E. d. (1,5 millim.) brandpuntsafstand, hetwelk den nog onbereikten openingshoek van 175° zoude bezitten. G. Shadbolt zeide er van, dat het bij het gebruik uitstekend voldoet en den hoogsten lof verdient (1).

Behalve deze drie voornaamste werkplaatsen te Londen, zijn er nog verscheidene andere, die in het voortbrengen van goede mikroskopen meer en meer tot die der reeds genoemden trachten te naderen. Als zoodanig mogen hier genoemd worden: M. Pillischer, W. Ladd, Salmon, Amadio, Highley, Matthews (2), allen te Londen, verders J. B. Dancer te Manchester, W. King te Bristol, Grubb te Dublin en Field & C°. te Birmingham. Laatstgenoemden hebben zich nog op eene eigene wijze verdienstelijk gemaakt. In Engeland namelijk werd tot in den laatsten tijd toe de aanschaffing van een

---

(1) *Quart. Journ.* 1857 XIX. *Transact.* p. 141.

(2) Sommigen hunner, namelijk Salmon, Ladd, Highley en Matthews vervaardigen echter alleen het werktuiglijke gedeelte der mikroskopen, die zij dan van Fransche objectiefstelsels voorzien.

mikroskoop zeer bezwaarlijk gemaakt door de hooge prijzen, die voor goede, bruikbare werktuigen moesten betaald worden. Vandaar dat, in weerwil dat daar te lande voorwaar geen gebrek is aan vervaardigers van uitstekende mikroskopen, toch nog voortdurend de goedkoopere Oberhäusersche en Nachetsche werktuigen, die aan grootere eenvoudigheid der werktuiglijke inrigting een voor de meeste onderzoekingen toereikend optisch vermogen paren, in Engeland gereeden aftrek vonden.

De *Society of Arts* te Londen trok zich in het begin van 1855 deze zaak aan en loofde twee medailles uit, namelijk:

1°. Voor een enkelvoudig mikroskoop met lenzen van 1 d. tot $\frac{1}{8}$ d. brandpuntsafstand, dat den prijs van 10 s. 6 d. (*f* 6,50) niet te boven mogt gaan;

2°. Voor een zamengesteld achromatisch mikroskoop met twee oculairen en twee objectieven, het eene met het zwakste oculair eene vergrooting gevende van 25 maal, het andere met hetzelfde oculair van 125 maal. Het moest verders voorzien zijn van een spiegel, die ook voor zijdelingsche verlichting geschikt was en van een diaphragma met verschillende openingen.

De prijs van dit mikroskoop mogt niet hooger zijn dan 3 l. 3 s. (*f* 37,80).

In geval de medailles werden toegewezen, verklaarde zich het Genootschap bereid honderd van de kleinere en vijftig van de grootere werktuigen aantekoopen.

Deze prijsuitschrijving had het gelukkigste gevolg. Den 13 Junij 1855 kondigde eene commissie, bestaande uit de HH. Busk, Dr. Carpenter, Jackson, Dr. Lankester, Quekett en Saunders, aan het genootschap aan, dat zich talrijke mededingers naar de prijzen hadden opgedaan en dat zij, na zorgvuldig onderzoek, eenstemmig besloten had

de uitgeloofde medaille toetewijzen aan de HH. Fields & C°. te Birmingham, als hebbende deze geheel aan de gestelde voorwaarden voldaan. Volgens Beale (1) is dit mikroskoop van Field, dat van 25 tot 200 maal vergroot, een voor den prijs bij uitstek goed werktuig.

Dat echter, in weerwil der hooge prijzen, welke tot hiertoe voor de Engelsche mikroskopen betaald werden, de vraag daarnaar groot is, blijkt uit de volgende mededeeling door G. Shadbolt aan de *Microscopical Society* gedaan, aangaande het getal mikroskopen door de voornaamste Londensche vervaardigers in den loop van het jaar 1856 afgeleverd (2).

Powell & Lealand, Ross en Smith & Beck hadden te zamen afgeleverd 217 werktuigen van de grootste soort, de laatste bovendien nog 175 kleinere mikroskopen, te zamen derhalve een getal van 392 uitmakende. Uit de werkplaatsen van nog vier andere vervaardigers van mikroskopen: Salmon, Amadio, Ladd en Pillischer zijn 115 groote en 243 kleine werktuigen voortgekomen, zoodat, wanneer men deze cijfers bijeenvoegt, het gezamenlijk bedrag der mikroskopen, die te Londen gedurende een enkel jaar gemaakt en verkocht zijn, ten minste 750 bedraagt, daar er (volgens Shadbolt zelven) ongetwijfeld nog verscheidene niet in deze optelling begrepen zijn.

Voor hen, die eenen tak van nijverheid slechts beoordeelen naar de daardoor voortgebragte geldswaarde, voegen wij hier nog bij, dat men zonder overdrijving mag aannemen, dat deze jaarlijksche productie minstens eene som van *f* 200,000 vertegenwoordigt.

---

(1) *Quart. Journ.* October 1857. p. 44.
(2) *Quart. Journ.* April 1854, XIX p. 141.

18. Ook in Noord-Amerika, waar in 1849 Spencer het eerst begon mikroskopen te vervaardigen, die weldra de beste Engelsche naar de kroon staken (z. *Het Mikroskoop* III bl. 255), hebben sedert dien tijd nog anderen zich daarop toegelegd. Als zoodanig worden genoemd Grunow te New Haven en Wm. Buffhum & son te Milburne, Lake Co. Illinois (1). Van de door hen gemaakte werktuigen is mij echter niets naders bekend geworden.

Wat Spencer betreft, zoo heeft de strijd om den voorrang van zijne mikroskopen met die der Londensche vervaardigers nog eenigen tijd geduurd, zonder tot eene bepaalde beslissing te leiden. Vooral Bailey, wiens verlies de wetenschap sedert eenigen tijd betreurt, heeft zich veel moeite gegeven, om de hooge voortreffelijkheid der Spencersche objectieven te betogen. In 1851 had Burnett op eene reis naar Europa gelegenheid de objectiefstelsels van Spencer te vergelijken met die van Ross, van Powell & Lealand en van Nachet. Zijn oordeel is, dat die van Ross en Spencer de beste zijn, terwijl het twijfelachtig is, welke van deze beiden de voorkeur verdienen (2.) In 1852 gelukte het dezen laatsten een objectiefstelsel daartestellen, dat eenen brandpuntsafstand van $\frac{1}{12}$ E. d. en eenen openiningshoek heeft van $174\frac{1}{2}°$ (3). Tot hiertoe is dit voor denzelfden brandpuntsafstand nog niet overtroffen, daar het boven vermelde stelsel van Powell & Lealand, dat 175° opening zoude bezitten, eenen brandpuntsafstand van $\frac{1}{16}$ E. d. heeft.

---

(1) *Americ. Journ. of Sc. a. Arts* 1855 Julij p. 143.

(2) *American Journ.* 1852 p. 232.

(3) Zie eenen brief van A. S. Johnson aan de redactie van het *Americ. Journ.* 1852. p. 31.

## MULTOCULAIRE MIKROSKOPEN.

Onder dezen algemeenen naam kunnen wij thans eene klasse van werktuigen zamenvatten, die voor weinige jaren nog onbekend waren. Wel is waar, zijn reeds voor meer dan anderhalve eeuw pogingen aangewend om het mikroskoop tot een binoculair werktuig te maken, en zijn die pogingen later nog van tijd tot tijd herhaald geworden (z. *Het Mikroskoop* III bl. 124), doch telkens zonder vrucht, want het moest spoedig blijken, dat de daartoe ingeslagen weg, namelijk de verbinding van twee afzonderlijke, schuins geplaatste mikroskopen, die beide naar hetzelfde voorwerp gerigt waren, onmogelijk tot het doel kon leiden, en hoogstens voor uiterst geringe vergrootingen geschikt was.

Aan den Amerikaanschen hoogleeraar Riddell (1) komt de verdienste toe het eerst den waren weg te hebben aangewezen, dien men te volgen heeft, om het voorgestelde oogmerk te bereiken. Hij bezigde daartoe vier regthoekige glazen prismen op de wijze, die voorgesteld is in pl. II fig. 21, boven het objectief geplaatst, en bragt daardoor eene splitsing des stralenbundels in twee bundels te weeg,

(1) *Americ. Journ.* 1853 June, p. 266.

die elk door een afzonderlijk oculair konden worden opgevangen, in dier voege dat men door beide oogen te gelijker tijd naar hetzelfde voorwerp zag.

Zoodra ik kennis had bekomen van deze nieuwe handelwijze, schreef ik aan Nachet, en stelde hem voor, door eene kleine wijziging in den toestel van Riddell, namelijk door de beide buitenste prismen op grooteren afstand van de middelste te brengen, een mikroskoop daartestellen, waardoor twee waarnemers te gelijker tijd hetzelfde voorwerp konden beschouwen, iets dat mij voorkwam eene nuttiger toepassing van het beginsel te zijn, dan het alleen te bezigen voor de vervaardiging van een stereoskopisch mikroskoop, waarvan ik mij betrekkelijk minder nut beloofde. Nachet antwoordde mij weldra, dat ook hem de handelwijze van Riddell was bekend geworden, en dat hij tevens dadelijk had ingezien, dat men aldus een mikroskoop voor twee waarnemers kon inrigten, doch dat hij voornemens was zulks op eene eenigzins andere wijze te doen. Werkelijk bragt Nachet in het volgende jaar zijne binoculaire mikroskopen zoowel voor éénen waarnemer als voor twee personen tot stand, welke iets later door zijn trioculair mikroskoop gevolgd werden. In deze verschillende werktuigen werd de splitsing des stralenbundels niet door regthoekige maar door gelijkzijdige driehoekige prismata te weeg gebragt.

Nog in hetzelfde jaar, waarin Riddell zijne methode had uitgevonden en bekend gemaakt, hield zich ook Wenham in Engeland met de oplossing van hetzelfde vraagstuk bezig. Hij zocht deze langs den dioptrischen weg te vinden. Ofschoon geen werktuigkundige van beroep, toch gansch niet onbedreven in het vervaardigen van optische werktuigen, stelde Wenham uit twee crownglasprismen en een flintglasprisma

eene verbinding zamen, waardoor, op eene dergelijke wijze als door de terugkaatsende prismata, maar nu door breking, de splitsing des stralenbundels werd te weeg gebragt, en gaf van zijne pogingen een zeer lezenswaardig verslag (1).

Na deze beknopte historische inleiding kunnen wij thans overgaan tot eene uitvoeriger beschouwing van de verschillende methoden zelve, alsmede van de werktuigen, waarin deze in toepassing zijn gebragt, waarbij ik tevens gelegenheid zal hebben nog iets mede te deelen aangaande enkele wijzigingen, welke bij een tweetal naar mijn voorschrift vervaardigde werktuigen, namelijk een binoculair en een quadrioculair mikroskoop, daarin gemaakt zijn.

19. Als zich het naast aansluitend aan de oude reeds vermelde pogingen tot daarstelling van een binoculair mikroskoop, komt in de eerste plaats de volgende handelwijze in aanmerking, die, voor zoover ik weet, nog niet door anderen beproefd is.

Wanneer twee volkomen gelijke aplanatische lenzen of lenzenstelsels A en B (pl. II fig. 17) zoodanig nevens elkander zijn geplaatst, dat hunne assen eenen zekeren hoek met elkander maken, dan zullen van een daaronder geplaatst voorwerp *ab* achter de beide lenzen twee beelden $a'b'$ en $a''b''$ ontstaan. Elk dezer beelden zal even groot zijn als het voorwerp, wanneer de lenzen op den dubbelen brandpuntsafstand daarvan verwijderd zijn. Beschouwt men deze beelden nu door twee zamengestelde mikroskopen, waarvan C en C′ de oculairen en D D′ de objectieven voorstellen, dan kan men, door aan de buizen de behoorlijke lengte te geven en de hoek *mon* te

(1) *Quart. Journ.* 1853 Oct. V *Transact.* p. 10.

doen beantwoorden aan de convergentie der oogassen, met beide oogen te gelijker tijd naar het zelfde voorwerp zien. Waren nu de beelden $a'b'$ en $a''b''$ zoo zuiver en scherp, dat zij konden geacht worden het voorwerp $ab$ zelve te vertegenwoordigen, dan zoude men aan de beide mikroskopen objectiefstelsels van even korten brandpuntsafstand kunnen gebruiken als men bij een gewoon zamengesteld mikroskoop aanwendt.

Het is er echter verre af, dat onze tegenwoordige aplanatische lenzen en lenzenstelsels aan deze voorwaarde zoodanig voldoen, dat men hopen mag langs dien weg het doel te bereiken. Zelfs indien men ter vorming der beelden gebruik maakt van lenzenstelsels, die eenen tamelijk verren brandpuntsafstand, van 1—2 centim., hebben, is, gelijk eenige opzettelijk genomen proeven mij geleerd hebben, het verschil tusschen het beeld en het voorwerp te groot, dan dat dit middel met vrucht tot de daarstelling van binoculaire mikroskopen kan worden aangewend.

Dit is te meer te betreuren, omdat eene zoodanige inrigting, beter dan eenige andere, aan de eischen van het werkelijk stereoskopisch zien der mikroskopische voorwerpen schijnt te moeten beantwoorden. Welligt echter zullen latere verbeteringen in de vervaardiging der lenzen daartoe in staat stellen.

20. Alvorens thans verder te gaan, zal het noodig zijn iets te zeggen over de theorie van die binoculaire mikroskopen in het algemeen, welke berusten op de splitsing des stralenbundels, die van het voorwerp uitgaat, in twee afzonderlijke bundels, die elk een eigen beeld vormen, alsmede over de oorzaken van het stereoskopische zien door zulk een binoculair mikroskoop. Dit is des te meer noodig, omdat

de oorzaken en voorwaarden der herkenning van den ligchamelijken vorm der voorwerpen hier eenigermate schijnen te verschillen van die bij het zien met het bloote oog door een gewoon stereoskoop.

In fig. 18 pl. II stellen A en B de beide helften eener lens voor, en *abcd* een daaronder liggend voorwerp van zekere dikte. Dan zullen beide lenshelften stralen ontvangen van de geheele oppervlakte *ab*, maar van de zijde *ac* zullen geene stralen in B komen, terwijl daarentegen deze wel A binnentreden, en omgekeerd ontvangt B alleen de stralen, die van *bd* uitgaan. Ofschoon derhalve de afzonderlijke beelden van eenig mikroskopisch voorwerp, door de bijzondere deelen eener lens gevormd, wel grootendeels gelijk zijn, en met name in beide alle de stralen bevat zijn, die van de juist in het focus liggende oppervlakte komen, zoo is het anders met de randen, derhalve met die gedeelten van het voorwerp, welke het als ligchaam doen herkennen. Daarvan ontbreekt in het beeld telkens dat gedeelte, waarvan geene stralen het deel der lens bereiken, waardoor het beeld gevormd wordt. Zien nu twee oogen te gelijker tijd de twee verschillende beelden, die elk door eene lenshelft ontstaan zijn, dan zullen deze, bij behoorlijke convergentie der oogassen, op elkander geprojicieerd en tot één gezamelijk beeld vereenigd worden, hetwelk de kenmerken van het ligchamelijke, dat is hoogte en diepte, in hoogere mate bezit, dan elk der afzonderlijke beelden.

Wel is waar zoude men hier de tegenwerping kunnen maken, dat in het beeld, gevormd door de geheele lens, reeds alle de deelen moeten bevat zijn, welke aan elk der afzonderlijke beelden behooren, en dat men derhalve reeds door een enkel oog een mikroskopisch voorwerp stereoskopisch

zoude moeten zien, hetgeen het geval niet is. Maar men houde daarbij in het oog, dat het projicieeren der beelden op elkander eene actieve handeling is, welke zich aan het bewustzijn openbaart door eene duidelijker gewaarwording van het ligchamelijke des voorwerps, en in zoo verre beantwoordt aan het stereoskopische zien door de ongewapende oogen, waarbij een en hetzelfde voorwerp door elk oog in eene iets verschillende rigting gezien wordt, maar de beide gewaarwordingen, tot eene enkele zamensmeltende, den indruk van het ligchamelijke geven.

21. Het aantal der middelen, waardoor de boven bedoelde splitsing des stralenbundels kan bewerkstelligd worden, is vrij aanzienlijk. Wij willen achtereenvolgens bij elk daarvan stilstaan.

Eene handelwijze, welke als het ware het midden houdt tusschen de reeds beschrevene en de volgende, bestaat daarin dat men het objectief in twee helften splitst, dat is door eene loodregte snede midden door klieft. Zoolang de beide helften dan nog in de oorspronkelijke stelling tegen elkander aanliggen, zal zich slechts een enkel beeld vormen, maar verschuift men de beide helften, of hellen zij tegen elkander onder eenen zekeren hoek, dan zal door elk der objectief-helften een afzonderlijk beeld ontstaan, en het is mogelijk deze beide beelden zoo ver uiteen te doen wijken, dat elk door een afzonderlijk oogglas beschouwd kan worden.

Doch ofschoon dezen splitsing van het objectief in twee helften in den dubbelbeeldmikrometer (z. *Het Mikroskoop* III bl. 129) werkelijk is uitgevoerd, zoo is het echter niet te verwachten, dat men daarvan immer gebruik zal maken ten vervaardiging van binoculaire mikroskopen, die van

eenigermate sterk vergrootende lenzenstelsels voorzien zijn, daar hunne uitvoering moet afstuiten op de vele praktische bezwaren, die verbonden zijn aan de doorklieving van zulke kleine lenzen, als diegene zijn, waaruit onze tegenwoordige objectiefstels bestaan, en wier helften bovendien naauwkeurig onderling gecentreerd zouden behooren te zijn.

22. Het eenige middel, om tot het beoogde doel te geraken, bestaat derhalve daarin, dat men den stralenbundel, nadat deze het mikroskoop is binnen getreden, dwingt zich in twee bundels te splitsen, waarvan de eene regts, de andere links gaat, en die elk voor zich dan een afzonderlijk beeld vormen, dat door elk der beide oculairen kan worden opgevangen.

Dit doel kan men langs twee wegen bereiken, namelijk langs den dioptrischen en langs den katoptrischen weg. Wij zullen achtereenvolgens bij elk van dezen stilstaan, om de waarde der verschillende handelwijzen uit een theoretisch en praktisch oogpunt te overwegen.

23. Ofschoon in tijdsorde het laatst gebezigd, willen wij hier het eerst de daartoe strekkende dioptrische middelen beschouwen.

Wanneer men door een glas, dat van facetten voorzien is, naar een voorwerp ziet, dan neemt men daarvan evenveel beelden waar als er facetten zijn. Elk facetgedeelte werkt namelijk als een prisma en buigt het daarop vallende gedeelte der stralen af, die van het voorwerp komen. Plaatst men derhalve ergens boven het objectief van een zamengesteld mikroskoop eene vereeniging van prismata, op eene dusdanige wijze aaneengevoegd, dat de kanten der brekende

hoeken binnenwaarts gekeerd zijn, dan zal de stralenbundel, die uit het objectief treedt, zich in even zoo vele beelden vormende afzonderlijke stralenbundels splitsen, als er brekende oppervlakten zijn.

Doch alvorens deze afzonderlijke beelden voor de mikroskopische waarneming geschikt zijn, moet een hoofdbezwaar zijn uit den weg geruimd. Deze door straalbreking gevormde beelden zijn namelijk omzoomd door de kleuren van het spectrum en missen diensvolgens geheel en al die zuiverheid van omtrekken, welke voor naauwkeurige waarneming volstrekt vereischt wordt.

Wenham, die, gelijk wij reeds zeiden, het eerst op het denkbeeld kwam, om zich van dit middel tot vervaardiging van een binoculair mikroskoop te bedienen, heeft in dat gebrek op de volgende wijze voorzien. Hij bezigde eene verbinding van twee crownglasprismen met een flintglas-prisma, op de wijze aaneengevoegd als in fig. 19 pl. II is aangewezen, waarin *aec* en *bed* de beide crownglasprismen en *cde* het flintglasprisma aanduiden. Tusschen de oppervlakten der crown- en flintprismen is canadabalsem gebragt (1). Nu is het duidelijk, dat, indien er eene behoorlijke verhouding bestaat tusschen de brekingshoeken der beide soorten van prismen en het kleurschiftend vermogen van het glas, waaruit zij vervaardigd zijn, het achromatisme der beelden er niet door gestoord zal worden. Tevens blijkt uit de figuur, dat de geheele combinatie eigenlijk gedacht kan worden te bestaan

(1) De prismata zijn in de figuur duidelijkheidshalve grooter geteekend dan zij behoeven te zijn. De basis van het flintglas-prisma van Wenham was slechts even zoo groot, dat daardoor de bovenste opening van het zwakste objectief overdekt was. Dit is voordeelig, omdat dan het geheele prisma zoo dun mogelijk wordt.

uit twee aaneengevoegde prismen *a e f c* en *b e f d*, waarvan elk de helft der uit het objectief divergerende stralen ontvangt en deze dan in eene schuinsche rigting naar boven brengt, waar zij de beide oculairen ontmoeten, welker assen natuurlijk zamen moeten vallen met de assen der stralenkegels en daarom in eene daaraan beantwoordende schuinsche stelling zijn geplaatst. De hoek, welken de assen der beide stralenkegels te zamen maken, hangt af eensdeels van den vorm der prismen, anderdeels van den brekingsindex der gebezigde glassoorten. In het algemeen kan men stellen, dat die hoek omstreeks 15° tot 18° groot behoort te zijn, om te beantwoorden aan de meest gewone rigting der beide oogassen. Ten einde te gemoet te komen aan het verschil, dat in den afstand tusschen beide oogen bij onderscheiden personen bestaat, zoude men elk der beide oculairen kunnen plaatsen in eene afzonderlijke buis, die in eene andere wijdere op en neêr kan geschoven worden. Voor grootere afstanden tusschen de beide oogen zoude dan de afstand tusschen de oculairen en het objectief verlengd, voor kleinere verkort moeten worden.

W e n h a m verzekert, dat hij met een aldus ingerigt binoculair mikroskoop niet alleen het geheele gezigtsveld met elk oog overziet, maar dat de beelden geen spoor van kleuring noch van nevelachtigheid vertoonen.

23. De katoptrische methode kan op verschillende wijzen in toepassing worden gebragt.

Vooreerst door twee terugkaatsingen (pl. II fig. 20.) op vier spiegelende oppervlakten *c d* en *a b*, *e d* en *f g*, die afwisselend zoo geplaatst zijn, dat zij met de as van het objectief L hoeken van 45° en 135° maken en derhalve

twee aan twee parallel zijn Dan zullen de assen van de twee teruggekaatste stralenkegels evenwijdig blijven met de as van den oorspronkelijken stralenkegel en hun onderlinge afstand zal afhangen van dien der spiegelvlakken *a b* en *f g*.

Men kan dit doel bereiken, 1° op de wijze gelijk Riddell zulks het eerst gedaan heeft, door de aanwending van vier regthoekige glazen prismata, door *a h b*, *c k l d*, *d l m e* en *i g f* aangeduid (z. fig. 20 en fig. 21), waarvan de beide middelste, ter betere aaneensluiting, aan de hoeken loodregt afgeslepen zijn.

2° door, in de plaats van vier regthoekige prismata, er slechts twee ruitvormige (fig. 22 *a b l d c* en *e d l g f*) te bezigen, die blijkbaar aan hetzelfde doel beantwoorden, even als

3° een enkel stuk glas, geslepen in denzelfden vorm.

Waar de onderlinge afstand der reflecterende oppervlakten veranderlijk behoort te zijn, gelijk in een stereoskopisch mikroskoop, daar zal de aanwending van vier vrije prismata de voorkeur verdienen, doch indien deze afstand steeds dezelfde kan blijven, zoo als bij de inrigting van een mikroskoop, waardoor twee waarnemers gelijktijdig kunnen zien, dan is welligt een der beide andere vormen te verkiezen, omdat men aldus minder licht door de herhaalde terugkaatsingen verliest.

Het spreekt van zelf, dat hetzelfde beginsel ook toepasselijk is op eene enkele loupe of op een enkelvoudig mikroskoop, en het is zelfs bepaaldelijk daarvoor dat Riddell (1) de door hem uitgedachte vereeniging van vier regthoekige

(1) Mededeeling in de *American Association for the Advancement of Science*, Julij 30, 1853. z. *Quart. Journ.* October 1853 N°. V p. 18.

prismata aanprijst. Hij heeft zulk een tot dissectien bestemd werktuig tot stand gebragt, waarbij hij lenzen van $\frac{1}{2}$ tot 3 d. brandpuntsafstand gebruikt. Het is dit zelfde werktuig hetwelk hij voorzien heeft van den reeds vroeger (bl. 41) vermelden zuiger en caoutchoucbuis, om de fijne instelling door de ademhaling te bewerkstelligen.

Ook heeft hij voorgeslagen bij loupen van tamelijk grooten brandpuntsafstand, ten gebruike van kunstenaars en natuuronderzoekers, in plaats van prismata, glazen spiegeltjes te bezigen en deze te bevestigen aan eene dergelijke inrigting als de paralel- liniaal, met de daaronder in het midden geplaatste lens, in dier voege dat de geheele toestel, even als een bril, door den neus kan gedragen worden. Volgens zijne meening zoude het tweede spiegelbeeld hier niet schaden, uithoofde van deszelfs zwakheid.

Riddell bevond dat de beelden, gezien door een zamengesteld binoculair mikroskoop, waarin de splitsing des stralenbundels geschiedt door vier regthoekige prismata, pseudoskopisch zijn, dat is dat de diepten zich als hoogten en de hoogten zich als diepten vertoonen. Het was daarom, dat hij voor dat doel eene andere inrigting verkoos, waarbij slechts twee regthoekige prismata, met scherpe hoeken van 45° elk, gebruikt worden, doch zoo gesteld (z. fig. 25 en 37) dat de assen der stralenbundels, die op de hypothenusenvlakken teruggekaatst worden, te zamen eenen scherpen hoek vormen, die grooter of kleiner wordt, door de prismata met hunnen bovenwaarts gekeerden kant van of naar elkander te bewegen, de onderkanten daarbij in aanraking latende.

Eene schets van dit binoculair mikroskoop, van achteren gezien, is gegeven in fig. 11 pl. I. De beide prismata bevinden zich op den bodem van eene driehoekige geelkoperen

bus, die op de doorsnede langwerpig vierkant is. Deze bus is bevestigd aan eenen (in de figuur natuurlijk niet zigtbaren) arm, welke om P eene halve omwenteling heeft, voor de gemakkelijker verwisseling der objectieven. CC zijn twee oculairbuizen, die op assen hangen, waardoor het mogelijk is hunne helling te veranderen, terwijl zij tevens horizontaal verschuifbaar zijn, ten einde hunnen onderlingen afstand te doen beantwoorden aan dien der oogen van verschillende waarnemers. BB zijn de gekartelde knoppen van schroeven, waardoor de onderlinge helling der prismata gewijzigd wordt. Eindelijk kan nog boven elk oculair een klein regthoekig prisma zoo gesteld worden, dat de door de eerste prismata te weeg gebragte halve omkeering van het beeld, daardoor eene volledige omkeering wordt, waardoor zich het geheele beeld weder regt vertoont.

Volgens Riddell nu zoude met een zoodanig werktuig inderdaad verwonderlijke uitwerkselen verkregen worden, wanneer men de hellingshoeken der oculairen en der prismata verandert en deze doet beantwoorden aan verschillende hoeken van convergentie der oogassen. Hij zegt daarvan; » Bij » eene zekere stelling zal men b. v. eene mijt of een ra- » derdiertje op eenen voet afstand zien en zoo groot als een » muis; maar breng de prismata nader bijeen en doe de » beide oculairen aan die veranderde stelling beantwoorden, » en het beeld groeit op eene wonderbaarlijke wijze aan, » en, eene schijnbare plaats innemende van misschien meer » dan honderd voeten ver, wedijvert het wezen, dat te » klein is om met het blote oog gezien te worden, met » den walvisch des oceaans in grootte, eene vertooning aan- » biedende, die indrukwekkender is om te aanschouwen dan de » wilde dieren der Afrikaansche wouden, en een zamenge-

» steld, doorschijnend maaksel onthullende, dat zeldzamer » en wondervoller is dan de menschelijke ziel kan bevatten."

Wij zullen het in het midden laten, in hoeverre eenige Amerikaansche overdrijving deel heeft gehad aan deze schildering. Dat werkelijk de schijnbare vergrooting, ook bij het monoculaire mikroskoop, geheel afhangt van den afstand van het vlak, waarop het beeld geprojicieeerd wordt, is volkomen waar, en vroeger (z. *Het Mikroskoop* I bl. 521) door mij proefondervindelijk aangetoond. Of echter het gebruik van dit binoculaire werktuig en de daarbij plaats hebbende verschillende convergentie der oogassen zulk eenen geweldigen invloed heeft, dat daardoor de schijnbare vergrooting in het eene geval twee tot driehonderd maal zooveel bedraagt als in het andere, komt mij voor het minst twijfelachtig voor. Intusschen is het waar, dat hier veel afhangt van de eigendommelijkheid der oogen des waarnemers, en dat dus wat de een verklaart werkelijk te zien, voor de oogen des anderen zich niet alzoo zal vertoonen. In elk geval is het alleen de schijnbare vergrooting die aldus toeneemt, en zal men in het raderdiertje, dat zich zoo groot als een walvisch vertoont, niets meer zien, dan wanneer het slechts de grootte van eene muis schijnt te hebben.

R i d d e l l schijnt niet op het denkbeeld gekomen te zijn, om zijne uitvinding dienstbaar te maken aan de inrigting van een binoculair mikroskoop voor twee waarnemers. Dit denkbeeld lag echter voor de hand, en ik heb onlangs het vroeger gekoesterde plan, om zulk een mikroskoop te laten vervaardigen, werkelijk uitgevoerd, doch het werktuig tevens zoo doen inrigten, dat het zoowel als een enkelvoudig als ook als een zamengesteld stereoskopisch mikroskoop kan dienen. Daarenboven kwam het mij van belang voor den toestel

zoodanig te maken, dat deze bij een gewoon monoculair mikroskoop kan worden gevoegd. De meeste mikroskoopgestellen, waar zich de mikroskoopbuis op en neder beweegt in eene wijdere buis, die met den arm verbonden is, welke op hare beurt met den stam zamenhangt, zijn daarvoor echter ongeschikt. Het Amicische mikroskoopgestel leent zich echter daartoe zeer goed en zoude zulks nog beter doen, indien de voet zwaarder ware. In fig. 14 A pl. I is de toestel, vervaardigd door den instrumentmaker Olland hier ter stede, van achteren gezien afgebeeld, zoo als deze in de plaats is gebragt van de gewone oculairbuis van een Amicisch mikroskoop, welke in den met den arm *u* zamenhangenden ring *v* kan worden in- en uitgeschroefd. De voet, de stam, de voorwerptafel met de middelen voor grove en fijne instelling, als mede de verlichtingstoestel behooren dus aan het laatste (1).

Boven het objectief bevinden zich de twee vast staande regthoekige prismata, even als *ckld* en *emld* in fig. 21 pl. II. De beide andere regthoekige prismata kunnen naar de eerste toe of daarvan af bewogen worden. Daartoe is aan het kastje *aa* (z. fig. 14 A en B, waarin de inrigting van boven gezien is voorgesteld), dat de vaste prismata bevat, en hetwelk van onderen om de opening heen van eenen ring *rr* met eenen schroefdraad voorzien is, om het op den arm van het werktuig te bevestigen, een raam *bcde* (fig. 14 B) verbonden, waarin de kastjes *f* en *g*, die de beide andere prismata bevatten, even als sleden heen en weder glijden. Om deze beweging te bewerkstelligen zijn daarmede twee

(1) Men kan hier de afbeelding van het Amicische mikroskoop in *Het Mikroskoop* III pl. VI fig. 1 vergelijken.

getande stangen *hi* en *kl* (fig. 14 A) verbonden, waarin een rondsel grijpt, waarvan *m* de gekartelde knop is. Daar deze stangen in tegengestelde rigting over elkander heen glijden, zoo naderen de prismata elkander, wanneer men de knop in de eene rigting rondraait, terwijl eene tegenovergestelde draaijing hen zich verder van elkander doet verwijderen. Op de beweeglijke kastjes worden de oculairbuizen geschroefd. Deze bestaan nog uit twee in elkander schuivende buizen, ten einde daardoor in de gelegenheid te zijn, den afstand van het oculair voor verschillende oogen te kunnen wijzigen. Zulks geschiedt door een rondselwerk, waarvan de gekartelde knoppen bij *n* gezien worden.

Wil men het werktuig hetzij als enkelvoudig of als zamengesteld stereoskopisch mikroskoop gebruiken, dan worden de beide buitenste prismata zoo na tot elkander gebragt als noodig is, om gelijktijdig met beide oogen te zien, zoodat voor het laatste geval dan de oculairbuizen de stelling innemen als in de figuur door de gestippelde lijnen is aangewezen.

Om twee personen gelijktijdig te doen waarnemen, worden daarentegen de prismata met de oculairbuizen tot aan de beide uiteinden van het raam gebragt. De oculairen bevinden zich dan op 20 centim. van elkander verwijderd. In deze stelling moeten er echter tusschen de wederzijdsche prismata de buizen *o* en *p* (fig. 14 B) worden ingevoegd, om het van buiten invallend licht aftesluiten. Dit geschiedt zeer gemakkelijk door de beide daarvoor bestemde buizen te leggen in de holte van een gootvormig stuk hout (fig. 14 C), dat van voren ingesneden is, om het middenstuk doortelaten. Men houdt het stuk hout met de buizen in de eene hand, brengt deze op de voor hen bestemde plaats en doet nu, door omdraaijing der knop *m* met de andere hand, de prismata iets

tot elkander naderen, waardoor zij over de korte ringen heenglijden, waarvan elk kastje aan de binnenzijde voorzien is, en die voor hunne opneming bestemd zijn.

24. Wanneer men een voor twee waarnemers geschikt binoculair mikroskoop wil daarstellen, kunnen de regthoekige prismata echter ook door prismata van eenen anderen vorm vervangen worden. Zoo b. v. kunnen twee prismata, waarvan de doorsneden in fig. 24 pl. II zijn voorgesteld, tot dit oogmerk dienen. Zij verdienen zelfs in zooverre de voorkeur, dat men daarmede minder lichtverlies te vreezen heeft, daar men slechts eene enkele terugkaatsing in elk prisma heeft, alsmede omdat de hoek, waaronder de stralen worden teruggekaatst, zoodanig is, dat het hoofd, bij het zien door het mikroskoop zich in eene gemakkelijke, iets voorover hellende houding bevindt.

Wanneer men deze figuur beschouwt, dan blijkt alras, dat de beide aaneen gevoegde prismata, zullen zij de stralen onveranderd laten doorgaan, zonder kleurschifting, deelen moeten wezen van een gelijkbeenig driehoekig prisma $abc$, waarin de hoeken $a$ en $c$ gelijk zijn, en de zijde $ac$ of de basis de doorsnede van het reflectievlak is. De grootte der hoeken $a$ en $c$ is altijd zooveel minder dan 90° als de hoek, die de teruggekaatste straal met het spiegelvlak maakt bedraagt, omdat de hoeken $ega$ en $che$ regte hoeken zijn, en gevolglijk $\angle gae = \angle ech = 90° - \angle gea$ of $\angle hec$ is. De hoek $dei$, dien de teruggekaatste straal $ed$ met de verlengde $ei$ van den invallenden straal $ef$ maakt, is gelijk aan $\angle b$; want in den vierhoek $gbhe$ zijn de hoeken $egb$ en $ehb$ regt; dus is de som der beide andere hoeken $geh$ en $gbh = 180°$, of $\angle gbh = 180° - \angle geh$;

maar daar nu ∟ *d e i* ook = 180° — ∟ *g e h* is, zoo zijn de hoeken *d e i* en *g b h* gelijk. Naar mate derhalve de hoek van terugkaatsing *g e h* grooter wordt, zullen ook de hoeken *a* en *c* grooter en de hoek *b* kleiner moeten worden. Men heeft het derhalve geheel in zijne magt aan de stralen alle willekeurige rigtingen te geven, door verandering in de gedaante der prismata, mits de doorsneden van deze steeds gelijkbeenige driehoeken of gedeelten daarvan zijn.

Onder deze verschillende gedaanten is er echter eene, die zich door eene bijzondere eigenschap onderscheidt, t. w. die, waarbij de doorsnede van het prisma niet alleen gelijkbeenig maar ook gelijkzijdig is. Daar elk der hoeken dan 60° bedraagt, zoo volgt, dat met zulk een prisma de stralen onder eenen hoek van 30° met de terugkaatsende oppervlakte of van 60° met de loodlijn zullen worden teruggekaatst. Tevens volgt echter nu uit het reeds boven gezegde, dat zulk een prisma kan beschouwd worden als te beantwoorden aan twee gelijkbeenige driehoekige prismata, waarvan beide de schuinsche zijden gelijktijdig de dienst van spiegelvlakken kunnen vervullen. Een enkel prisma van dezen vorm, boven een objectief geplaatst (z. fig. 25), is derhalve voldoende, om den uit het objectief tredenden stralenkegel in tweeën te splitsen en beantwoordt dus evenzeer aan het hoofddoel als eene vereeniging van twee prismata van eenen anderen vorm. De hoofdverdienste dezer inrigting, welke wij aan N a c h e t verschuldigd zijn, bestaat derhalve in hare eenvoudigheid. Men zoude zich namelijk bedriegen, indien men meende, dat nog een ander voordeel hierin gelegen is, dat daardoor minder lichtverlies geleden wordt dan door twee gecombineerde prismata, omdat de middenstralen, die ter plaatse der vereeniging in meerdere of mindere mate

worden teruggekaatst, in dit geval ongehinderd doorgaan. Dit is wel is waar het geval, maar wat de vereenigingsplaats voor twee prismata is, dat is de bovenrand voor het enkele gelijkzijdig driehoekige prisma. Hoe scherp die kant ook geslepen zij, steeds zullen er eenige der door de middellijn der lens gaande stralen door worden tegengehouden.

Met een enkel zoodanig prisma, boven het objectief geplaatst, heeft men derhalve reeds een mikroskoop, waardoor twee waarnemers gelijktijdig kunnen zien. Doch daar de houding van het hoofd hierbij eenigzins bezwaarlijk is, zoo kan men, des verkiezende, nog op den weg der stralen ter weerszijde een tweede prisma aanbrengen, om aan de stralen eene gunstiger rigting te geven, en wanneer men elk dier tweede prismata dan zoo stelt, dat het terugkaatsingsvlak eenen hoek van 90° met dat van het benedenste prisma maakt, dan is het beeld tevens regt gekeerd, dewijl elk der beide terugkaatsingen het eene halve regtkeering heeft doen ondergaan.

Hierop berust het mikroskoop van Nachet, dat op pl. I fig. 9 is afgebeeld. In het kastje *a* is het prisma boven het objectief bevat. De beide andere prismata worden bij *b b′* gezien; *c* is een der knoppen voor de instelling van het oculair, zulk een werktuig, voorzien van de lenzenstelsels N°. 0, 1 en 3, kost 300 fr.

Voor een stereoskopisch mikroskoop kan de optische inrigting die zijn, welke in fig. 26 pl. II is afgebeeld en bestaat uit drie even groote gelijkzijdige prismata, waarvan de beide zijdelingsche, B en C, dienen om de stralen in eene loodregte rigting naar boven tot elk der beide oogen te brengen. Daar verders niet het geheel der boven- en binnenvlakken van deze prismata ter doorlating der stralen in gebruik komt, zoo kan aan elk een gedeelte der bin-

nenwaarts gekeerde kanten, b. v. langs de lijnen *ab* en *cd*, zonder schade worden weggenomen, waardoor het voordeel bereikt wordt, dat de buizen, die boven de prismata B en C moeten worden aangebragt, geene bovenmatige wijdte behoeven te hebben. Eindelijk spreekt het van zelf dat de toestel zoo behoort te zijn ingerigt, dat de onderlinge afstand dezer beide prismata, en met deze tevens die der oculairbuizen kan gewijzigd worden, overeenkomstig den betrekkelijken afstand tusschen de oogen des waarnemers.

Aan deze vereischten beantwoordt het op pl. 1 fig. 8 naar zijne nieuwste constructie afgebeelde binoculaire mikroskoop van Nachet, waarvan de prijs met de objectieven N°. 0, 1 en 3 bij hem 400 fr. bedraagt. De onderlinge toenadering en verwijdering der prismata wordt daarbij teweeg gebragt door een zeer vernuftig mechanisme, dat zich echter moeijelijk in weinige woorden en zonder de hulp van verscheidene afbeeldingen beschrijven laat.

Ten einde te gemoet te komen aan het bezwaar, dat vele personen ondervinden, om de beide velden als één veld te zien, hetgeen voornamelijk ontstaat door de omstandigheid, dat de beide buizen loodregt geplaatst zijn en dus niet beantwoorden aan de convergentie der oogassen, heeft Nachet, op raad van Weatstone, er twee achromatische prismata bijgevoegd, waarvan elk de stralen 7° van den loodregten weg doet afwijken, zoodat zij vereenigd beantwoorden aan eenen convergentiehoek van 14°. Deze prismata, die in daarvoor geschikte ringvormige kastjes besloten zijn, worden op de oculairen gesteld en daarop rondgedraaid, totdat zij dien stand hebben, waarbij de beide velden te zamen vallen.

25. Door eene combinatie van zulke gelijkzijdig driehoekige

prismata in een horizontaal vlak, laat zich nu de stralenbundel ook in een grooter getal van afzonderlijke bundels splitsen. Om dit duidelijk te maken, willen wij eerst het geval beschouwen van twee zulke prismata, die, op de in fig. 27 pl. II afgebeelde wijze, nevens elkander zijn gesteld. Het onderste gedeelte der figuur stelt de prismata van eene hunner loodregte zijden gezien voor, terwijl daarboven hunne horizontale projectie is afgebeeld. In dit geval moeten de hellende zijden de dubbele lengte van de loodregte hebben, zoodat de vereeniging der grondvlakken een vierkant zij, ten einde te beantwoorden aan de cirkelvormige doorsnede des stralenkegels. In dit geval zal derhalve eene splitsing in twee stralenbundels plaats grijpen. Voegt men nu drie zulke prismata aaneen, in dier voege dat hunne hoeken elkander raken, dan zal elk dier prismata hetzelfde doen, maar, gelijk men gemakkelijk inziet, daarbij zal het geheele middengedeelte des lichtbundels onveranderd doorgaan door de driehoekige opene ruimte, welke aldus zoude ontstaan. Nachet heeft daarin voorzien, door de eene helft van elk prisma zoover afteslijpen, dat allen te zamen gevoegd een wel sluitend geheel daarstellen. Zij *aabbcc* fig. 28 pl. II een der prismata in den oorspronkelijken vorm, dan duiden de gestippelde lijnen *ad*, *ac′*, *dc′* en *ac′*, *ae*, *c′e* de omtrekken der loodregte vlakten *adc′* en *ac′e* aan, tot op welke de eene helft van het prisma wordt afgeslepen. De hoek *dc′e* is = 120°. Van de spiegelende oppervlakte *acca* is de driehoek *ac′a* overgebleven, zoodat het prisma zich, van boven en van terzijde gezien, vertoont als in fig. 29. In fig 30 is de vereeniging van drie zulke prismata voorgesteld. Daar elk der hoeken *c′*, *c′* en *c″* 120° bedraagt, zoo stelt de vereenigiug een gesloten geheel daar, dat, van boven op gezien, eene holle

drievlakkige piramide uitmaakt, aan welker zijvlakken *ac'a* enzv. de stralenbundels worden teruggekaatst, die dan door de daarop onder eenen hoek van 60° hellende vlakken *abba* enzv. worden doorgelaten.

Men heeft derhalve slechts zulk eene verbinding van prismata in een kastje boven het objectief te plaatsen en dit te voorzien van oculair-buizen, die loodregt staan op de vlakken der prismata, om een trioculair mikroskoop te hebben, gelijk dat van Nachet, hetwelk op pl. I fig. 10 is afgebeeld en, voorzien van de objectieven N°. 0, 1 en 3, voor 300 fr. bij hem te bekomen is.

Wanneer de hoek *c'* (fig. 29 pl. II) aan een ander evenmatig deel van den cirkel beantwoordt, dan zoude men, door combinatiën van dergelijke prismata, de splitsing der stralenbundels natuurlijk nog verder kunnen drijven. Bedraagt b.v. die hoek 90°, dan zullen vier prismata aaneengevoegd kunnen worden, en zoo verders. Tot hiertoe echter is het getal drie de uiterste grens, waartoe Nachet de vermenigvuldiging der beelden langs dien weg gedreven heeft. Ook spreekt het van zelf, dat, daar met elke splitsing ook een evenredig verlies in lichtsterkte gepaard gaat, deze niet onbeperkt kan zijn.

Hierbij komt de moeijelijkheid, om de grensvlakken der verschillende prismata zoo naauwkeurig aan elkander te doen sluiten, dat daar ter plaatse zoo weinig mogelijk licht verloren ga, eene moeijelijkheid, die natuurlijk met het getal der afzonderlijke prismata toeneemt. Het is daarom, dat ik, bij een mikroskoop voor vier personen, hetwelk ik heb laten vervaardigen, aan de volgende inrigting de voorkeur heb gegeven, die zich bovendien aanbeveelt door hare meerdere eenvoudigheid.

Men kan namelijk, in stede van eene vereeniging van prismata, ook eene uit een enkel glasstuk geslepen piramide bezigen. De doorsnede van zulk eene piramide zal steeds een gelijkzijdige driehoek behooren te zijn. Dit blijkt uit de volgende beschouwing.

Fig. 51 pl. II stelt een half van ter zijde gezien gelijkzijdig driehoekig prisma voor, waarvan wij de werking boven geschetst hebben. Het grondvlak *ecdf* is een regelmatig vierkant. Gesteld nu, dat van dit prisma ter weêrszijde twee even groote stukken worden afgesneden, in dier voege dat er eene regelmatige vierzijdige piramide overblijft, waarvan het grondvlak *ecdf* en het toppunt *g* is, dan zullen twee der zijvlakken (*gef* en *gcd*) van de aldus verkregen piramide de overgebleven gedeelten van de schuinsche spiegelvlakken van het prisma zijn en dus, even als vroeger, voortgaan de stralen, die daarop vallen, terugtekaatsen en doortelaten, en daar nu uit de constructie volgt, dat de beide andere tegen elkander overstaande vlakken (*gce* en *gfd*) der piramide volkomen gelijk aan de beide eerste zijn, zoo geschiedt hier hetzelfde, en gevolgelijk splitst zich de geheele op het benedenvlak invallende lichtbundel in vier lichtbundels.

Ik heb eene dergelijke piramide laten slijpen door den heer van Deijl Bunders te Amsterdam. De vorm is goed en de oppervlakte behoorlijk gepolijst, doch de gebezigde glassoort mist alle homogeneïteit, zoodat dit prisma bleek geheel onbruikbaar te zijn voor het doel, waartoe het bestemd werd. Daarop heeft Dr. Steinheil te München eene andere dergelijke piramide naar mijn voorschrift geslepen, dat, wat de homogeneïteit van het glas aanbelangt, voortreffelijk mag heeten, doch waarvan de vorm daarentegen niet volkomen juist is. Desniettegenstaande voldoet deze pi-

ramide goed genoeg, om een daarmede voorzien quadrioculair mikroskoop, waarvan de verdere werktuiglijke toestel door den instrumentmaker H. Olland alhier vervaardigd is (z. pl. I fig. 14), tot een voor demonstratien tamelijk geschikt werktuig te maken, mits men geene sterkere vergrootingen dan eene honderdmalige aanwende. Ik houd mij echter overtuigd, dat, indien aan het vervaardigen van zulk eene piramide nog grootere zorg besteed wordt, men zeer wel een quadrioculair mikroskoop kan daarstellen, waarmede de beelden, nog bij eene minstens dubbel zoo sterke vergrooting, eene voldoende helderheid en scherpte voor de waarneming zouden bezitten.

De werktuiglijke inrigting van dit mikroskoop is duidelijk genoeg uit de figuur. Ook hier is, even als bij het boven beschreven binoculair mikroskoop, elke oculairbuis uit twee in elkander schuivende buizen zamengesteld, waarvan de binnenste door een rondselwerk bewogen wordt, om elk oculair afzonderlijk voor het oog des waarnemers te kunnen instellen. Het geheele optische gedeelte wordt geschroefd op hetzelfde reeds boven vermelde Amicische statief, zoodat dit derhalve beurtelings in een monoculair, een binoculair, een enkelvoudig of zamengesteld stereoskopisch of in een quadrioculair mikroskoop kan worden veranderd.

Hetzelfde beginsel, waarop de vervaardiging van zulk een quadrioculair mikroskoop berust, kan blijkbaar op nog uitgebreider schaal worden toegepast, daar het evenzeer geldt voor alle andere piramiden, die een even getal zijvlakken en eenen gelijkzijdigen driehoek tot doorsnede hebben. Steeds zullen de stralen, die op een der vlakken gereflecteerd worden, door het tegenover liggende vlak onveranderd naar buiten treden, en uit een theoretisch oogpunt biedt derhalve de vervaardiging van mikroskopen met zes, acht of tien oculair-

buizen geenerlei bezwaar aan, ofschoon het van zelf spreekt, dat de praktische uitvoering, bij eene te groote vermenigvuldiging der beelden, weldra stuiten zoude op grenzen, die zij niet vermag te overschrijden.

Op ééne bijzonderheid in de beelden, welke door de aldus teruggekaatste stralen gevormd worden, moet ik hier nog opmerkzaam maken. Zij kunnen namelijk niet allen volkomen gelijk zijn, omdat de hoeken van terugkaatsing niet in hetzelfde vlak zijn gelegen. Alle de beelden ondergaan eene halve omkeering, en daar nu het voorwerp onveranderd dezelfde plaats behoudt, zoo moet de rigting, waarin het beeld deze halve omkeering ondergaat, telkens veranderen met de veranderde rigting, waarin de terugkaatsing plaats grijpt. Des verkiezende kan men echter deze ongelijkheid geheel wegnemen, door, op de wijze gelijk Nachet bij zijn binoculair mikroskoop gedaan heeft, op den weg der stralen wederom prismata te stellen, wier terugkaatsingsvlakken met de eerste eenen hoek van 90° maken. Het spreekt echter van zelf, dat daardoor de kostbaarheid der inrigting zeer stijgen zoude.

Uit het tot hiertoe gezegde blijkt de mogelijkheid, om den het objectief verlatenden stralenbundel in twee, drie, vier of zelfs meer bundels te splitsen, hetzij dan dat men daartoe zamengevoegde prismata of eene piramide met een geëvenredigd getal vlakken aanwendt. Ook zoude men den reeds gesplitsten stralenbundel nog verder kunnen splitsen, door de stralen voor de tweede maal over terugkaatsende vlakken te verdeelen, zoodat derhalve, gelijk zich gemakkelijk laat inzien, de splitsing, van uit een theoretisch standpunt, een willekeurig getal malen herhaald kan worden en op velerlei manieren gewijzigd, die het niet noodig is hier alle te vermelden.

Als een voorbeeld voer ik hier alleen zulk eene herhaalde verdeeling aan door middel van boven elkander geplaatste regthoekige of daaraan beantwoordende ruitvormige prismata, op de wijze in fig. 52 pl. II voorgesteld. Alleenlijk zoude het bij zulk eene combinatie voordeelig kunnen zijn de bovenste prismata regthoekig boven de onderste te plaatsen, zoodat de oculairbuizen de hoekpunten van een vierkant zouden innemen.

26. Het vraagstuk om mikroskopen interigten, waardoor een en hetzelfde voorwerp gelijktijdig door meerdere oogen kan waargenomen worden, laat zich derhalve, zoowel op den dioptrischen als op den katoptrischen weg, op meer dan eene wijze oplossen. Alleen de ervaring echter kan beslissen, welke der verschillende handelwijzen de best praktisch uitvoerbare en het meest doeltreffend is. Die ervaring is tot hiertoe te gering om nu reeds een oordeel te vellen. Maar toch kan men met veel waarschijnlijkheid den beperkten kring aanwijzen, binnen welken de toepassing van het beginsel der splitsing van de stralenbundels nuttig kan zijn.

Eene der hoofdredenen, waarom deze splitsing niet te ver mag gedreven worden, is de verzwakking van de lichtsterkte der beelden. Deze verzwakking is niet alleen het noodzakelijk gevolg van de splitsing zelve, maar ook bij den doorgang door het glas en bij het treffen der brekende oppervlakten, gaat nog een deel der stralen verloren. Wel is waar kan men, door versterking der verlichting, dit verlies gedeeltelijk herstellen, maar nimmer geheel, omdat in werkelijkheid de splitsing des stralenbundels, die uit de opening eener lens naar buiten treedt, gelijk staat met eene verkleining van de opening dier lens, en, zoo als in een vorig hoofd-

stuk is aangetoond, hangt het optisch vermogen van een mikroskoop voor een aanmerkelijk deel van de grootte van den openingshoek der objectieven af.

Hier komt nog bij, dat, met hoe groote zorg de gebezigde prismata ook bewerkt zijn, en hoe zuiver en homogeen de glasmassa's, waaruit zij zijn vervaardigd, ook wezen mogen, er toch groot gevaar bestaat, dat zij eenigen, zij het dan ook geringen invloed op de netheid en scherpte der beelden uitoefenen, terwijl bovendien de doorgang der divergerende stralen door zulke dikke glasmassa's, als hier vereischt worden, reeds op zich zelf eenen schadelijken invloed moet hebben, gelijk staande met eene vergrooting der sphaerische aberratie, tenzij de objectiefstelsels dienovereenkomstig zijn ingerigt, door aanbrenging van eene dergelijke wijziging, als voor het gebruik met dikke dekplaatjes gevorderd wordt.

Waar derhalve een mikroskoop tot eigenlijk onderzoek van moeijelijk zigtbare détails wordt gebezigd, zal men wel nimmer aan zoodanig een de voorkeur geven, waarvan het optisch vermogen afneemt in verhouding tot de vermenigvuldiging der beelden.

Daarentegen kunnen zulke mikroskopen, waardoor twee, drie of zelfs vier waarnemers een en hetzelfde voorwerp gelijktijdig zien, van groot nut zijn voor de demonstratie, althans van zulke voorwerpen, die geen te groot optisch vermogen vorderen om behoorlijk zigtbaar te zijn. Zulk een werktuig heeft zelfs in sommige opzigten een bepaald voordeel boven een gelijk getal afzonderlijke mikroskopen, eensdeels omdat men in denzelfden tijd hetzelfde voorwerp aan een grooter getal personen vertoonen kan, anderdeels omdat de onderwijzer, gelijktijdig zelf door een der oculairen ziende, gelegenheid heeft, niet alleen om de opmerkzaamheid op

bepaalde gedeelten van het voorwerp, die in het gezigtsveld zijn, te vestigen, maar ook, door verschuiving van de voorwerpplaat, opvolgend alle de verschillende deelen van het voorwerp in het gezigtsveld te doen verschijnen. Daar dit laatste doel voor de demonstratie van veel gewigt is, zoo is het wenschelijk, dat aan elk zoodanig werktuig, hoe ook overigens ingerigt, een der oculairbuizen digt genoeg bij de voorwerptafel zij, om deze gemakkelijk met de handen te bereiken.

De verlichtingstoestel bij zulk een mikroskoop kan dezelfde wezen als bij een gewoon monoculair werktuig. Riddell raadt wel is waar aan bij een binoculair mikroskoop twee spiegels te gebruiken; doch dan is de verlichting altijd excentrisch, hetgeen wel gepast is voor sommige maar geenszins voor alle waarnemingen. Ook is het mij gebleken, dat men met eenen enkelen, mits niet te kleinen spiegel, het licht, zelfs in het quadrioculair mikroskoop, zeer wel in de verschillende oculairen verdeelen kan, ofschoon het natuurlijk eenige meerdere moeite kost, om de juiste stelling van den spiegel te treffen, dan met het gewone mikroskoop. Alleen lamplicht levert eenig bezwaar op Nachet voegt daarom bij zijn trioculair mikroskoop een glasstuk met drie facetten, welke te zamen eene drievlakkige piramide vormen. Dit wordt onder de voorwerptafel gebragt en het daardoor in drie bundels gesplitste licht gelijkmatig over elk gezigtsveld verdeeld.

27. Eene bijzondere overweging verdient de vraag: welk nut men van het binoculaire stereoskopisch mikroskoop mag verwachten?

Het lijdt geen twijfel, dat het, als een physisch werktuig, geschikt tot het aantoonen van zekere eigendommelijkheden

van het gezigtsvermogen, naast de overige reeds vroeger uitgevonden stereoskopen, eene eervolle plaats in elk physisch kabinet verdient. Maar of het bestemd is als waarnemingswerktuig groote diensten te doen aan het eigenlijk mikroskopisch onderzoek, laat zich daarentegen wel betwijfelen.

Aan velen, en juist aan degenen, die zeer gewoon zijn aan het zien door het mikroskoop, valt het bezwaarlijk de beide velden zoo te zamen te doen vallen, dat beide oogen slechts één veld zien, en ook wanneer zulks gelukt, dan kost het zien met de beide oogen door de twee oculairen meer inspanning, dan wanneer men slechts één oog gebruikt. Zoo althans gaat het mij. Voor een groot deel mag dit wel op rekening gesteld worden van de gewoonte, om dit eene oog altijd uitsluitend te bezigen om door het mikroskoop te zien. Vermoedelijk zal het echter vele mikroskopische waarnemers in dit opzigt even als mij gaan, en zullen zij aanvankelijk moeite vinden aan elk oog een gelijk aandeel in de waarneming te geven. Intusschen moet men erkennen, dat dit eene zaak van gewoonte is, en, indien werkelijk het stereoskopisch mikroskoop blijken mogt een voor de waarneming nuttig werktuig te zijn, dan zoude zich dit bezwaar door eenige oefening gemakkelijk laten te boven komen, vooral bij binoculaire mikroskopen, die zoodanig ingerigt zijn, dat de rigting, waarin de stralen de oogen binnentreden, beantwoordt aan den meest gewonen graad van convergentie der oogassen.

Als een tweede bezwaar zoude men de pseudoskopische omkeering van hoogten in diepten en van diepten in hoogten kunnen noemen. Dit bezwaar kleeft echter alleen die stereoskopische mikroskopen aan, waarin de splitsing des stralenbundels door vier regthoekige prismata of door een enkel achromatisch glasprisma geschiedt. Volgens Riddell zou-

den zich deze pseudoskopische verschijnselen met zijn tweede mikroskoop, waarin slechts twee schuins gestelde prismata gebruikt worden, niet vertoonen. Dat dit gebrek althans bij de Nachetsche inrigting niet bestaat, kan ik getuigen. In dit laatste geval mag de verklaring daarvan wel hierin gezocht worden, dat de beide door de splitsing ontstane stralenbundels van regts naar links en van links naar regts geworpen worden, zoodat de beschaduwde en verlichte gedeelten der voorwerpen ook eene tegengestelde plaats in de beide voor de oculairen gevormde beelden innemen.

Er is echter één punt, dat, bij de beoordeeling van hetgeen men van een binoculair mikroskoop, als middel ter herkenning van den ligchamelijken vorm der voorwerpen, al dan niet te verwachten heeft, zeer in aanmerking komt en tot hiertoe te veel uit het oog is verloren. Ik bedoel de *diepte des gezigtsvelds.*

Ook bij het zien door het mikroskoop kan, door inspanning van het accommodatievermogen, de diepte, waartoe het oog nog vermag doortedringen, wel is waar iets vermeerderd worden en daarom ook eenigzins verschillen voor verschillende oogen. Dit verschil kan echter slechts gering wezen. Ik reken derhalve de mededeeling der volgende waarnemingen niet geheel overbodig. Voor mijn regter oog vind ik de diepte, waarop de vorm der ligchamen nog even herkenbaar is, bij onderscheidene vergrootingen, als volgt:

| Brandpuntsafstand van het objectief. | Vergrootend vermogen van het mikroskoop bij 25 centim. duidelijkheids-afstand. | Diepte van het gezigtsveld. Ware | Schijnbare |
|---|---|---|---|
| 46,5 *mm* | 59 | 0,144 *mm* | 5,62 *mm* |
| 12,1 — | 150 | 0,070 — | 10,50 — |
| 9,07 — | 200 | 0,058 — | 11,60 — |
| 4,00 — | 452 | 0,041 — | 18,53 — |
| 2,67 — | 680 | 0,029 — | 19,62 — |
| 1,47 — | 1240 | 0,014 — | 17,56 — |
| | 1800 | 0,010 — | 18,00 — |

Deze metingen zijn verrigt, door eerst een voorwerp (een vleugelschubbetje van *Pieris brassicae*) naauwkeurig in het focus te brengen en dan daaruit te verwijderen tot op den afstand, waarop de algemeene omtrek en gedaante nog even herkenbaar waren, ofschoon de randen hunne scherpte reeds op veel korteren afstand verloren hadden. Deze afstand, de *ware* diepte van het gezigtsveld, werd gemeten door aflezing op eenen verdeelden cirkel, waarvan de schroef voor de fijne instelling voorzien is. De *schijnbare* diepte van het gezigtsveld wordt dan verkregen door vermenigvuldiging van de ware diepte met het vergrootingscijfer.

Uit het tafeltje blijkt, dat de gevonden schijnbare diepte bij de sterkere vergrootingen meer bedraagt dan bij de geringere. Dit is echter meer het gevolg daarvan, dat voor alle bepalingen hetzelfde kleine voorwerp gediend heeft, en de herkenning van deszelfs vorm uit den aard der zaak bij sterker vergrooting gemakkelijker is dan bij eene geringere. In elk geval mag men daaruit besluiten, dat de sterkere vergrootingen niet ongunstiger zijn voor het stereoskopisch zien van naar evenredigheid kleinere ligchamen. Doch in het algemeen blijkt,

dat de diepte van het gezigtsveld in het mikroskoop inderdaad uiterst gering is, daar uit de cijfers in de laatste kolom voortvloeit, dat zij gelijk staat met eene diepte van hoogstens 18—19 millim. voor het gezigtsveld van het bloote oog, dat naar voorwerpen ziet, die zich op eenen afstand van 25 centim. bevinden, met andere woorden: dat een oog, hetwelk voor dien afstand geaccomodeerd is, slechts ligchamen zoude kunnen waarnemen, die hoogstens 18 tot 19 millim. dik zijn, terwijl alle buiten die beperkte ruimte gelegen voorwerpen zich in het geheel niet of als nevelachtige massa's zouden vertoonen. Deze vergelijking is reeds genoegzaam, om ons van het gebruik van het binoculair mikroskoop als stereoskopisch werktuig geene al te overdreven verwachtingen te doen koesteren.

## VERLICHTINGSTOESTELLEN.

28. Na de objectiefstelsels is de verlichtingstoestel het belangrijkste gedeelte van elk mikroskoop, en in de handen van den geoefenden waarnemer wordt deze een gewigtig hulpmiddel om vele bijzonderheden in het maaksel der voorwerpen te ontdekken, welke bij minder gepaste verlichting geheel onwaarneembaar zijn.

Ook na de belangrijke verbeteringen, die de verlichtingstoestel reeds voor 1850 ondergaan had, heeft men daarom verder getracht dezen nog beter in staat te stellen met den overigen optischen toestel zamentewerken tot het doordringen in de fijnere structuur zoowel van doorschijnende als van ondoorschijnende voorwerpen.

Het nut van schuins invallend licht voor de waarneming van geringe afwijkingen, die de stralen bij hunnen doorgang door de ligchamen ondergaan, ten gevolge van daarbij plaats hebbende brekingen en terugkaatsingen, is thans algemeen erkend, en slechts weinige mikroskopen treft men meer aan, waaraan eenig hulpmiddel daartoe geheel ontbreekt.

Bij sommige mikroskopen, vooral de grootere werktuigen, verhindert echter niet zelden de dikte der voorwerptafel, dat het licht des spiegels in de meest schuinsche rigting op

het voorwerp valt. Waar zulks mogt voorkomen, kan dit verholpen worden op de wijze van Nachet, die bij zijne grootere mikroskopen tegenwoordig eene afzonderlijke hulp-voorwerptafel voegt, die onder de eigenlijke voorwerptafel wordt bevestigd en voorzien is van twee klemmen, om het glasplaatje, waarop het voorwerp ligt, vast te houden. De mikroskoopbuis wordt dan door de opening der voorwerptafel heen geschoven, totdat het objectief digt genoeg boven het voorwerp gekomen is.

De ondervinding van het nut der excentrische plaatsing des spiegels heeft echter tevens aanleiding gegeven tot het uitvinden van andere inrigtingen, waarin het hoofddoel, de verlichting van het voorwerp door schuins invallend licht, met buitensluiting van het licht, dat nabij de as het mikroskoop zoude kunnen binnentreden, op eene nog vollediger wijze bereikt is.

29. In de eerste plaats komt in aanmerking de paraboloide van Wenham (1). Zij is, naar verkleinden maatstaf, in doorsnede afgebeeld in fig. 22 pl. I; *a a* is eene zilveren paraboloide, waarvan de binnenvlakte goed gepolijst is; de brandpuntsafstand bedraagt $\frac{1}{10}$ E. d. De top is zoover afgesneden als noodig is om het brandpunt te doen vallen op de bovenvlakte van de dikste glasplaatjes, die gewoonlijk gebruikt worden om er voorwerpen op te plaatsen. Aan de grondvlakte der paraboloide bevindt zich eene plaat van dun glas *b b*, op welks midden een zwart gemaakt cylindertje *g* is bevestigd met eenen rand, die even breed is als de bovenste opening, ten einde al de nabij de as invallende stralen af te snijden, zoodat geen regtstreeksch licht van den

(1) *Microscop. Transact.* 1851.

spiegel het voorwerp bereiken kan, maar dit alleen verlicht wordt door de van alle zijden teruggekaatste stralen, die elkander in het brandpunt ontmoeten.

Verders is de toestel voorzien van een rondselwerk met eenen knop *c* om hem hooger of lager te stellen, en van een draaijend diaphragma *d*, met twee in de middellijn geplaatste openingen *ee*, waardoor derhalve twee bundels licht in tegengestelde rigtingen worden teruggekaatst.

Eindelijk is de bovenste opening door eenen meniscus gesloten. Deze heeft ten doel de uitwerkselen van de afwijking der lichtstralen, bij den doorgang door de glazen plaatjes, ten gevolge waarvan zich de voorwerpen iets gekleurd en nevelachtig vertoonen, te verbeteren. Bovendien is aldus de toegang van de lucht en van dampen geweerd, zoodat de binnenste oppervlakte haren glans behoudt.

Ofschoon ik het nut van dezen toestel niet door eigen ervaring kan beoordeelen, zoo twijfel ik echter geenzins of hij moet in sommige gevallen uitstekende diensten bewijzen. Jammer slechts dat de moeijelijkheid der vervaardiging van zulk eene paraboloïde en hare kostbaarheid, die daarvan het gevolg is, velen zullen afschrikken van haar zich aanteschaffen. Doch, alhoewel dan ook op eene iets minder volkomen wijze, kan hetzelfde denkbeeld, dat daaraan ten grondslag ligt, ook langs eenen anderen, minder kostbaren weg worden verwezenlijkt. Dit denkbeeld toch is geen ander dan een hulpmiddel te vinden, om de voorwerpen *van rondsom* door schuins invallende lichtstralen te doen treffen, onder afsluiting van die stralen, welke, nabij de as doorgaande, het voorwerp onder eenen minder schuinschen inval bereiken. De ondervinding heeft namelijk geleerd, dat deze middenstralen, wel verre van voordeelig te zijn, alleen strekken

om de kleine oneevenheden, die door de randstralen zigtbaar worden gemaakt, weder te doen verdwijnen. In een zeker opzigt heeft hier hetzelfde plaats, als hetgeen wij vroeger (bl. 14) ten aanzien van de lenzenstelsels gezegd hebben, dat namelijk hun onderscheidend vermogen voornamelijk afhangt van de randstralen, zoodat men dit zelfs niet vermindert maar veeleer iets vermeerdert, door op het objectief een klein schijfje te leggen, dat de middenstralen buitensluit.

Hetzelfde nu kan men doen in den verlichtingstoestel, door namelijk op den weg der stralen schijfjes van verschillende grootte te plaatsen, waardoor aan een grooter of kleiner gedeelte der middenstralen de toegang tot het voorwerp versperd wordt, en dit alleen zeer schuins invallende randstralen ontvangt. Zulke schijfjes kunnen dan hetzij elk voor zich in de as van den toestel gebragt worden, of gemakshalve aan de spijlen van een klein raadje bevestigd zijn, of wel in de openingen van eene rondom eene spil draaijende koperen schijf uitgespaard, op de wijze die in fig. 21 pl. I is afgebeeld, of eindelijk achter elkander op een in een koperen raam bevat glazen plaatje geplakt (z. fig. 20 pl. I). Alle deze handelwijzen komen in de hoofdzaak op hetzelfde neêr, en het is tamelijk onverschillig aan welk derzelve men de voorkeur geeft.

Het spreekt echter van zelf, dat zulk een diaphragma geheel onbruikbaar is, wanneer de verlichtingstoestel paralel licht in het gezigtsveld werpt, en dat het nog zeer weinig nut zoude doen, wanneer deze alleen uit eenen hollen spiegel bestaat, waardoor de stralen slechts in geringe mate convergerend of divergerend worden gemaakt. Om de dienst te doen, waartoe het bestemd is, moet het aangebragt worden onder eene lens of een lenzenstelsel van korten brandpuntsafstand, waar-

door het licht, dat van den spiegel is teruggekaatst, sterk convergerend of divergerend wordt gemaakt, en dan zullen de randstralen, die in zeer schuinsche rigting het gezigtsveld intreden, hetzelfde doen als de stralen, die door de Wenhamsche paraboloide worden teruggekaatst.

Het eenige verschil in beide soorten van toestellen is, dat de laatste vrij is van chromatische en, indien de vorm volkomen juist is, ook van sphaerische aberratie, terwijl aan het beste achromatische lenzenstelsel in dit opzigt altijd iets ontbreekt. Echter betwijfel ik, of dit gebrek inderdaad van zooveel gewigt is, dat het van eenigen invloed is op het al of niet zigtbaar maken van de streepjes op de moeijelijkste proefvoorwerpen. Mij is althans geene waarneming bekend, die alleen met de Wenhamsche paraboloide en niet even goed met eenen anderen, uit eenen spiegel en condenserende lenzen bestaanden verlichtingstoestel is kunnen verrigt worden.

Zulke verlichtingstoestellen, waarin naar willekeur de rand- of middenstralen kunnen worden afgesloten, alvorens zij het condenserende lenzenstelsel binnentreden, zijn reeds sedert eenige jaren in Engeland, op het voorbeeld van Gillett in gebruik. Zoowel Ross als Powell & Lealand en Smith & Beck voegen deze bij hunne grootere werktuigen. Maar de allereenvoudigste wijze, om het boven ontwikkelde beginsel in toepassing te brengen, bestaat in de aanwending van eene nagenoeg hemisphaerische lens, op welker platte oppervlakte een zwart schijfje geplakt wordt, op de wijze als in fig. 16 pl. II. Zulk eene lens, in een kort kokertje bevestigd, moet dan door de eene of andere mechanische inrigting onder de voorwerptafel hooger of lager gesteld kunnen worden. Reeds sedert eenigen tijd werd eene dergelijke lens bij sommige Engelsche mikroskopen gevoegd, met het bepaalde

doel om voor de verlichting op eenen zwarten achtergrond te strekken (zie hierover *Het Mikroskoop* I bl. 295), toen Dr. Hall (1) het eerst er op opmerkzaam maakte, dat diezelfde lens bij sterker objectiefstelsels uitstekende diensten bewijst, om de streepjes van moeijelijke proefvoorwerpen op te lossen, en zelfs de kostbaarder verlichtingstoestellen in dit opzigt vervangen kan. Werkelijk heb ook ik bevonden, dat zulk eene hemisphaerische lens van korten brandpuntsafstand (10 millim.) daartoe zeer geschikt is, hoewel het geheele veld iets nevelachtigs heeft, dat wel als het gevolg van de zeer sterke sphaerische aberratie der randstralen mag beschouwd worden. Desniettegenstaande acht ik zulk eene lens, welke de prijs van een mikroskoop slechts zeer weinig kan verhoogen, een zeer nuttig bijvoegsel tot de kleinere, van minder volkomen verlichtingstoestellen voorziene werktuigen.

30. Een verlichtingstoestel geheel ingerigt overeenkomstig de beginselen, welke in *Het Mikroskoop* I bl. 276 en volg. uitvoeriger door mij ontwikkeld zijn, is in 1850 voor mij vervaardigd door Nachet (2), doch later heb ik daaraan door de instrumentmakers Straatemeijer en Olland alhier nog eenige verbeteringen doen toevoegen.

Deze toestel geeft gelegenheid tot de volgende verlichtingswijzen:

1°. met gewone paralelle stralen;

2°. met geconcentreerd paralel licht;

3°. met divergerend licht van verschillenden graad van divergentie;

---

(1) *Quart. Journ.* 1856 N°. XV p. 207.

(2) Eene beschrijving van dezen verlichtingstoestel in zijnen toenmaligen toestand is door mij gegeven in *Het Nederlandsch Lancet* 2de Serie, 6de Jaarg. bl. 457.

4°. met convergerend licht van verschillenden convergentiegraad;

5°. met schuins invallend licht, onder verschillende hoeken van inval, zoowel met paralelle stralen als met meer of minder divergerende of convergerende stralen;

6°. met de middenstralen, onder afsluiting van een grooter of kleiner gedeelte der randstralen;

7°. met de randstralen, onder afsluiting van een grooter of kleiner gedeelte der middenstralen.

Eene afbeelding op de halve grootte is gegeven in fig. 16, 17, 18, 19 en 20 pl. I. De toestel is voorgesteld, zoo als zij bevestigd is aan een groot mikroskoop van Oberhäuser. Hij kan echter even goed bij elk ander mikroskoop worden gevoegd, waar slechts ruimte genoeg daarvoor tusschen de voorwerptafel en den voet des werktuigs is. In fig. 16 en 17 zijn deze aangeduid door AB en CD.

M is de spiegel, aan de eene zijde vlak, aan de andere hol. De brandpuntsafstand van den hollen spiegel bedraagt 45 millim. Hij is op de gewone wijze opgehangen in eenen beugel *l*, die van onderen met het stuk *e* is verbonden, door middel eener spil, waarom hij draaijen kan. De spiegel is dus, bij de centrische stelling in fig. 16, waarbij zijn middelpunt in de optische as van het geheele werktuig ligt, alleen beweegbaar in een horizontaal en vertikaal vlak.

Voor de excentrische stelling dient de bevestiging aan de scharniergeledingen *e*, *f* en *g*. Hunne inrigting is duidelijk genoeg uit fig. 17. Alleenlijk stip ik hier aan, dat het stuk *g* trapvormig is ingesneden, ten einde ruimte te geven aan de plaat E, bij hare nederdaling. Door dezen geleden arm is het mogelijk aan den spiegel allerlei hellingshoeken met het vlak van de voorwerptafel te geven, van 40° af tot 90°

toe, of van 0° tot 30° ten opzigte der optische as.

Eene planoconvexe lens *i* (1), van 13,5 millim. brandpuntsafstand, welke, zoo noodig verwisseld kan worden met een achromatisch lenzenstelsel *o*, van 6 millim. brandpuntsafstand, is bevestigd in eenen ring, welke in eenen tweeden ring *q* kan vastgeschroefd worden. Deze laatste is (z. fig. 19) door eene scharnier *p* verbonden aan het platte stuk *vwxz*, hetwelk ter weêrszijden schuins afgesneden kanten heeft, die passen in twee zijdelingsche lijsten op het stuk P, zoodat het daarin heen en weder kan geschoven worden, in dier voege, dat, bij de meest achterwaartsche stelling, het middenpunt der lens of van het lenzenstelsel juist in de optische as gelegen is, gelijk in fig. 16. Voor heen- en wederschuiving dienen de beide kleine handvatsels *ss* fig. 19.

Ten einde de lens of het lenzenstelsel hooger of lager te kunnen stellen, is het stuk P, door middel van het knievormig gebogen stuk R, bevestigd aan de plaat E, welke, met behulp van een rondselwerk, waarvan de gekartelde knop bij S gezien wordt, kan worden op en neder bewogen.

Op den rand dier plaat is eene verdeeling in millimeters gegraveerd, terwijl een wijzertje I, op het onbewegelijke achterstuk F bevestigd, den betrekkelijken stand der lens aanwijst. Hierdoor is men in staat in eene kleine tafel eens en voor altijd op te teekenen, wat men later bij het gebruik van den verlichtingstoestel noodig heeft te weten.

Bij dezen verlichtingstoestel behooren drieerlei soort van

(1) Ofschoon het voor de verlichting niet volstrekt noodzakelijk is, dat deze lens achromatisch zij, zoo is dit echter wenschelijk, om den verlichtingstoestel ook te kunnen gebruiken voor een ander doel, namelijk voor de vorming van beelden van verdeelde maten en van tot aanwijzing dienende voorwerpen in het gezigtsveld, waarop ik straks nader zal terugkomen.

diaphragmata. Een daarvan wordt door eene schroef onder den ring $q$ (fig. 16) bevestigd en is afzonderlijk in fig. 18 afgebeeld, in A van onderen, in B in de loodregte doorsnede gezien. Bij $xz$ is de schroefdraad die in den ring $q$ past. De overige letters in beiden hebben dezelfde beteekenis; $abcd$ is een langwerpig vierkante plaat, met twee zijdelingsche lijsten, waarin, door middel van een rondselwerk, waarvan $u$ de gekartelde knop is, twee andere platen in tegengestelde rigtingen over elkander heenglijden. Van deze twee platen heeft de eene, $ef$, eene opening, die voorgesteld wordt door $ylmn$; de tweede of onderste, $igh$, is alleen regthoekig uitgesneden. Draait men nu den knop $u$, dan glijden beide platen over elkander heen en de vierkante opening $v$ wordt grooter of kleiner, totdat zij geheel verdwijnt, terwijl zij, wanneer de beide platen het verst in de tegengestelde rigting bewogen zijn, zoo groot is, dat daardoor de opening van de lens geheel onbedekt is (1).

Met deze inrigting is men derhalve in staat den lichtbundel, die door den spiegel wordt teruggekaatst, alle graden van versmalling te doen doorloopen, door afsnijding der randstralen.

---

(1) Dit diaphragma is eene navolging van eene dergelijke inrigting, behoorende bij een Dollondsch mikroskoop, dat zich reeds sedert een dertigtal jaren in het physisch kabinet alhier bevindt. Voor zoo ver ik weet, heb ik er echter in het IIIde Deel van *Het Mikroskoop*, bl. 363, de eerste beschrijving van gegeven. Als middel om alle graden van lichtintensiteit te doorloopen, verdient het de voorkeur boven alle andere mij bekende diaphragmata. In dit opzigt wedijvert daarmede wel is waar de door Al. Bryson (*Edinb. new Philos. Journ.* 1850 Jan. p. 19.) aanbevolen inrigting, bestaande uit twee Nicolsche prismata, die onder de voorwerptafel zijn geplaatst, en waarvan het eene om zijne as kan worden rondgedraaid; doch eensdeels laten zulke kalkspaath-prismata slechts een gedeelte van het licht, dat door den spiegel wordt teruggekaatst, door, anderdeels is deze inrigting veel zamengestelder en daardoor kostbaarder dan de boven beschrevene.

Daar het echter in sommige gevallen voordeelig is de opening van het diaphragma niet juist in het midden onder de lens te hebben, zoo is er nog een tweede bijgevoegd, alleen bestaande uit een langwerpig vierkant koperen plaatje, fig. 20, waarin eenige openingen van verschillende grootte zijn aangebragt. Dit koperen plaatje schuift onder de lens heen en weder, waartoe in de ring, die deze bevat, twee tegen elkander overstaande sleuven zijn gesneden, waarvan die der eene zijde bij *a* in fig. 16 en 17, te zien is. Met deze plaat is een raampje verbonden, waarin een glazen plaatje is bevestigd, waarop eenige ronden schijfjes van zwart gemaakt bladtin van verschillende grootte zijn geplakt. Door deze onder de lens te brengen, wordt derhalve een grooter of kleiner gedeelte der middenstralen afgesneden. De lengte van dit raam met de daarmede zamenhangende plaat is zoo groot, dat, wanneer een der ondoorschijnende schijfjes zich juist onder het midden der lens bevindt, elk der daaraan beantwoordende, door de cijfers 1, 2, 3, 4 aangeduide verdeelingen op het andere gedeelte vlak onder den rand der voorwerptafel komt, zoodat men derhalve hierin een middel heeft om deze schijfjes centrisch te plaatsen.

Dat de boven gestelde vereischten nu door dezen verlichtingstoestel werkelijk vervuld worden, behoeft slechts weinig aanwijzing.

De brandpuntsafstanden van den spiegel en van de lens of van het lenzenstelsel bekend zijnde, kan men, met behulp van de ter zijde ingesneden verdeelde schaal, hunnen betrekkelijken afstand gemakkelijk zoodanig regelen, dat men naar willekeur paralelle, al of niet geconcentreerde, meer of minder divergerende of convergerende stralen, van allerlei helling op de as, in het gezigtsveld werpt. Daarbij behoeft men zich

slechts te herinneren, dat, wanneer de afstand tusschen de lens en den hollen spiegel gelijk is aan de som van hun beider brandpuntsafstanden, het door de lens tredende licht uit geconcentreerde paralelle stralen bestaat. Door de lens lager te brengen, wordt het licht meer en meer divergerend; door haar te doen rijzen daarentegen meer en meer convergerend. Hetzelfde geldt voor het lenzenstelsel, doch daar dit eenen korteren brandpuntsafstand heeft, zoo kan men daardoor ook de stralen merkelijk sterker divergerend of convergerend maken.

Voor de verlichting met schuins invallende stralen kan men het stuk P iets naar voren schuiven, zonder den spiegel dezelfde beweging te doen volgen. Wanneer echter zeer schuins invallend licht gevorderd wordt, dan wordt ook deze vooruit en tevens de ring, die de lens bevat, in eene hellende stelling gebragt, als in fig. 17.

Bij deze excentrische stelling van den verlichtingstoestel doen dan de verschillende diaphragmata dezelfde diensten als bij de plaatsing in de as van het werktuig.

Eindelijk kan het werktuig, waarbij deze verlichtingstoestel behoort, ook in een polariserend mikroskoop veranderd worden. Daartoe wordt het stuk P, door ronddraaijing der knop S naar beneden gebragt en de lens verwijderd. In de plaats daarvan wordt een Nicolsch prisma gesteld, dat bevat is in een koperen buis, welke van onderen voorzien is van een dergelijk regthoekig daarmede verbonden aanhangsel als *vwnz* in fig. 19. Dit wordt geschoven tusschen de lijsten van het stuk P, zoodat de as van het prisma in de as van het geheele werktuig ligt. Ter versterking der verlichting wordt dan nog boven aan de koperen buis, dit het prisma bevat, dezelfde

lens *i* geschroefd, die ook bij den gewonen verlichtingstoestel word aangewend.

Als analysator dient een tweede Nicolsch prisma binnen in de mikroskoopbuis. De buis die het bevat is door eene schroef met eene andere korte buis verbonden, waarin het oculair geplaatst wordt.

Ten gevolge van de aanzienlijke grootte der prismata (15 millim. breed en 55 millim. lang), is de polarisatie met dezen toestel zeer volkomen, terwijl de versterking van het licht door de boven den polarisator geplaatste lens nog veroorlooft daarmede aanzienlijke vergrootingen te gebruiken.

51. Elk die het mikroskoop gebruikt weet, dat een blaauwe wolkenlooze hemel een voor naauwkeurige mikroskopische onderzoekingen weinig geschikt licht geeft. Men kan dit toeschrijven aan de geringere tegenstelling in kleur tusschen de negatieve beeldjes en het blaauwachtig gezigtsveld. dan wanneer dit laatste zuiver wit is door het licht, dat van helderwitte wolken wordt teruggekaatst.

Brücke (1) heeft echter nog op eene andere omstandigheid opmerkzaam gemaakt, waardoor het blaauwe licht des hemels eene schadelijke werking kan hebben. Uit de onderzoekingen van Stokes en Helmholtz is namelijk gebleken, dat organische weefsels niet vrij van inwendige dispersie zijn. Wanneer nu, gelijk in het licht des blaauwen hemels, de stralen van groote breekbaarheid een sterk overwigt hebben, dan kunnen de voorwerpen, waardoor het heengaat, zelve lichtend worden, hetgeen de duidelijkheid van het negatieve beeld vermindert.

---

(1) *Sitzungsberichte der Kais. Akademie*, 1856 Bd. XXI H. II p. 430.

Ter verbetering dezer nadeelige eigenschap raadt Brücke aan op de voorwerptafel eene plaat canarie- of uraniumglas te leggen, welke het vermogen bezit van niet alleen de blaauwe en violette stralen te absorberen, maar deze ook in stralen van grooteren trillingsduur te veranderen. Hij bezigde platen van 2—3 millim. dikte en van eene middelbare kleur, maar is van meening, dat welligt die van 3—4 millim. dikte met nog meer voordeel zouden kunnen gebruikt worden. Ik heb deze handelwijze nog niet beproefd, doch twijfel geenzins of zij kan in sommige gevallen goede diensten doen. Vermoedelijk zal men, in de plaats van uraniumglas, met gelijk gevolg ook andere stoffen, die eene dergelijke werking op de lichtstralen hebben, b. v. eene oplossing van zwavelzure chinine, in een glazen bakje met parallelle wanden, op den weg der lichtstralen kunnen plaatsen.

51. Voor de verlichting der voorwerpen door opvallend licht bestonden, gelijk bekend is, tot hiertoe tweederlei handelwijzen.

Men werpt daarop namelijk hetzij in eene schuinsche rigting, door eene ter zijde geplaatste lens, een bol prisma of een hol spiegeltje, eenen geconcentreerden lichtbundel, of wel men bezigt een in een horizontaal vlak het objectief omgevend hol spiegeltje met eene opening voor doorlating van het licht, dat van het voorwerp tot het objectief komt, terwijl het eerste dan verlicht wordt door het licht, dat door den verlichtingstoestel op het holle spiegeltje en van daar geconcentreerd op het voorwerp wordt teruggekaatst.

De eerste dezer beide handelwijzen is slechts bij geringe vergrootingen bruikbaar, en ook de tweede kan moeijelijk worden toegepast, wanneer sterke objectiefsels, die zeer digt

bij het voorwerp komen en dus weinig ruimte voor het aanbrengen eens spiegels overlaten, worden gebezigd (1).

Men heeft dan ook naar andere hulpmiddelen omgezien, die veroorlooven ook bij sterke vergrootingen de voorwerpen bij opvallend licht te onderzoeken. Tweederlei handelwijzen, beide berustende op het beginsel der totale terugkaatsing, moeten hier vermeld worden.

Daartoe behoort in de eerste plaats die, welke door Riddell (2) is uitgedacht. Hij bezigt tot dit doel een glazen ring, waarvan de bovenzijde vlak is, terwijl van onderen zoowel de buiten- als de binnenkant onder eenen hoek van 45° geslepen zijn, in dier voege dat deze kanten verlengd wordende elkander zouden ontmoeten. Zulk een glasring laat zich derhalve beschouwen als een ringvormig prisma, dat de stralen, die daarin van onderen binnentreden, weder benedenwaarts terugkaatst. Ter verlichting met opvallend licht wordt deze glasring boven het objectief geplaatst en dit laatste dient dan te gelijkertijd om de stralen op het voorwerp te concentreren.

Ofschoon in deze methode eene vernuftige gedachte niet te miskennen is, zoo laat zich echter niet verwachten, dat zij immer algemeen zal worden. Het hoofdbezwaar, dat men tegen haar kan inbrengen, bestaat daarin, dat de glasring steeds een min of meer aanmerkelijk gedeelte van den rand van het objectief zelf bedekken moet en dus deszelfs opening verkleinen, ten gevolge waarvan derhalve de licht-

---

(1) Uit eene aanteekening van Wenham (*Quart. Journ.* 1856 Julij, XVI p. 55) blijkt echter, dat Ross zulk een spiegeltje gemaakt heeft, hetwelk nog met de sterkste vergrootingen ter verlichting van *onbedekte* voorwerpen kan gebruikt worden.

(2) *Americ. Journ. f. Science and Arts*, 1853 June, p. 69.

sterkte zeer afneemt, terwijl bovendien de technische uitvoering van zulke kleine glazen ringen, als vereischt worden voor de sterker vergrootende stelsels, inderdaad uiterst moeijelijk is.

Niet minder vernuftig en daarbij van veel uitgebreidere praktische toepassing is het denkbeeld van Wenham (1), om de totale reflectie te doen plaats grijpen aan de bovenste oppervlakte van het dekplaatje.

De eenvoudigste wijze om zulks te bewerkstelligen wordt opgehelderd door fig. 7 pl. II, waarin AB een van ter zijde gezien glazen voorwerpplaatje aanduidt, waaronder, door middel van canadabalsem, een regthoekig prisma *cde* is vastgekleefd; *ab* is een dekplaatje, en het daardoor bedekte voorwerp ligt in *v*. Dit laatste kan bij deze methode nimmer droog zijn, dat is door lucht omgeven, maar tusschen het dekplaatje en de voorwerpplaat moet eenig vocht (bij voorkeur terpenthijnolie of canadabalsem) zijn, daar het duidelijk is, dat de stralen anders reeds totaal gereflecteerd zouden worden, alvorens zij tot de bovenvlakte van het dekplaatje waren doorgedrongen. Bezit daarentegen de geheele doorschijnende massa, van het prisma af tot aan het dekplaatje toe, nagenoeg gelijken brekingsindex, dan zal een stralenbundel, die loodregt een der regthoekszijden van het glazen prisma binnentreedt, zijnen weg vervolgen tot aan de bovenvlakte van het dekplaatje en aldaar eene totale terugkaatsing ondergaan, zonder dat eenige straal het objectief daarboven bereikt, zoodat derhalve het gezigtsveld donker blijft, maar de daarin aanwezige voorwerpen zich, al naar gelang zij het vermogen bezitten meer of minder licht terug

(1) *Quart. Journ. of Microsc. Science* 1856 Julij No. XVI, *Transact.* p.55.

te kaatsen, in meerder of minder mate verlicht zullen vertoonen. Natuurlijk kan men dan deze verlichting nog versterken door den invallenden lichtbundel convergerend te maken, waartoe hetzij een holle spiegel, of eene bolle lens, of eindelijk, gelijk Wenham gedaan heeft, een bolvormig driehoekig prisma kan dienen, dat op den weg der stralen naar het andere prisma geplaatst word. Nog eenvoudiger en, gelijk mij bij het gebruik gebleken is, even doelmatig is het aan een der regthoekszijden van het prisma zelf eene bolle oppervlakte te geven (z. fig. 8), zoodat het terzelfder tijd de dienst van eene concentrerende lens vervult.

Behalve dit middel zijn door Wenham nog twee andere handelwijzen aanbevolen, die beide ten doel hebben de verlichtende stralen van alle zijden op het voorwerp te werpen, zoodat dit derhalve zich veel sterker verlicht vertoont, dan wanneer, gelijk bij de aanwending van een prisma het geval is, dit slechts van ééne zijde verlicht wordt. Dit doel heeft hij bereikt zoowel door de verbinding van eene hemisphaerische lens met zijnen parabolischen reflector, als door de aanwending van eene glazen paraboloide.

In fig. 9 pl. II is AB weder de glazen voorwerpplaat, *a b* het dekplaatje; onder de eerste bevindt zich de reeds vermelde parabolische reflector, waarbinnen de hemisphaerische lens C, waarvan een segment is afgeslepen, zoodat het overblijvende gedeelte ongeveer een derde van den doormeter des bols bedraagt, bevat is. Deze afgeslepen oppervlakte is zwart gemaakt, om alle licht, dat regtstreeks het mikroskoop zoude kunnen binnentreden, aftesluiten De kromming van de lensoppervlakte beantwoordt aan eenen straal van ongeveer twee tiende E. duim. De gang der stralen in dezen toestel is duidelijk genoeg uit de figuur en vordert geene nadere aanwijzing.

Dat hetzelfde oogmerk, waartoe eene verbinding van den parabolischen reflector met eene hemisphaerische lens dient, even goed bereikt wordt door eene enkele parabolische lens, waarvan de top is weggenomen, blijkt uit fig. 10, waarin C de doorsnede van deze voorstelt, terwijl het middengedeelte der platte benedenvlakte door een zwart gekleurd plaatje bedekt is, van gelijken doormeter als het afgeslepen gedeelte, zoodat de stralen des spiegels alleen in den buitensten glasmantel kunnen doordringen en de oppervlakte bereiken, waar zij de eerste, en vervolgens aan het dekplaatje de tweede totale terugkaatsing ondergaan.

Het spreekt van zelf, dat in deze verschillende gevallen de toestel ook zoo kan worden ingerigt, dat de voorwerpen niet onmiddelijk behoeven geplaatst te worden op eene glasplaat, die blijvend met het prisma, met de lens of met de paraboloide verbonden is, maar dat deze laatste ook kunnen gevat worden in afzonderlijke korte buizen, die in de opening van de voorwerptafel passen, mits men altijd zorg drage, bij het daarop plaatsen van glazen voorwerpplaatjes, door tusschenbrenging van een vocht, bij voorkeur terpenthijnolie, aan de stralen eenen ongehinderden doorgang te verschaffen.

Het gebruik van paraboloidische terugkaatsingsvlakten heeft blijkbaar ten doel de stralen zoo veel mogelijk in één punt te verzamelen, iets dat in merkelijk mindere mate het geval zoude zijn, indien men sphaerische oppervlakten bezigde. Intusschen is het niet te ontkennen, dat de vervaardiging van zulke paraboloiden, hetzij dan van metaal of van glas, tot de moeijelijkere opgaven behoort, en hunne bijvoeging de kostbaarheid van een mikroskoop zeer vermeerdert. Het was derhalve niet zonder eenig belang te onderzoeken, in hoeverre men hetzelfde doel door eenvoudigere middelen bereiken kan.

De berekening (door mijnen ambtgenoot van Rees verrigt) leert, dat, indien een bundel paralelle stralen op eene hemisphaerische glazen lens valt, slechts een segment van 9° tot 11° (al naar gelang van den brekingsindex van het gebruikte glas) de stralen schuins genoeg ontvangt, om deze, na breking, onder eenen hoek van 40° op de glasoppervlakte hetzij van de lens of van een daarmede door canadabalsem of terpenthijnolie verbonden glasplaatje te doen vallen. De daardoor verkregen verlichting is derhalve uiterst zwak, te meer dewijl daarbij nog wordt aangenomen dat de lens werkelijk een halve bol is, iets dat in de praktijk uiterst moeijelijk bereikbaar is, dewijl de kommetjes, waarin de lenzen geslepen worden, dit niet veroorlooven. Steeds zullen deze lenzen eene iets geringere dikte hebben dan de radius van den bol, en gevolglijk zal daaraan juist dit gedeelte ontbreken, waar de stralen de sterkste breking ondergaan.

Doch men kan het doel naderbij komen door verbinding van twee nagenoeg hemiphaerische lenzen, die aaneengevoegd zijn op de wijze, welke in fig. 11 pl. II is afgebeeld.

De door de onderste lens D reeds convergerend gemaakte stralen vallen dan op de bovenste kleinere lens C en worden daar nog sterker convergerend gemaakt. Ten einde die stralen, welke eene te geringe convergentie bezitten, buiten te sluiten wordt een zwart schijfje *cd* van iets grooteren doormeter dan die der bovenste lens tusschen beiden in geplaatst. De gunstigste verhouding tusschen de stralen der beide lenzen is mij gebleken omstreeks 2 : 5 te zijn. Wanneer de straal der bovenste lens 4 en die der onderste 10 millim. bedraagt, dan kan de gezamenlijke dikte van de daarop gelegde voorwerp- en dekplaatjes 2 tot 2,5 millim. bedragen.

Iets voordeeliger dan deze verbinding, zoude die zijn, waarin de onderste lens een meniscus was, met eene zeer

flaauwe kromming der bovenwaarts gekeerde oppervlakte, zoodanig, dat ook de stralen, die het uiterste randgedeelte treffen, in de lucht geraken en van daar op de tweede lens vallen, doch het is te betwijfelen of deze verbetering groot genoeg zoude zijn om te beantwoorden aan de meerdere kostbaarheid der inrigting.

Wat nu de praktische waarde dezer onderscheidene methoden, vergeleken met de andere, vroeger bekende, betreft, zoo is het getal der gevallen, waarin zij toepasselijk zijn, merkelijk beperkter. Terwijl namelijk bij het gebruik van schuins opvallend licht, geconcentreerd door eene lens, de grootte der voorwerpen geheel onbepaald is, en met holle terugkaatsende spiegeltjes nog voorwerpen kunnen verlicht worden, die zoo groot zijn als de doormeter der onderste lens van het objectiefstelsel, zijn daarentegen de het laatst beschouwde methoden slechts dan aanwendbaar, wanneer de voorwerpen in het gezigtsveld zeer klein zijn, want het valt dadelijk in het oog, dat iets grootere voorwerpen den toegang der stralen tot het dekplaatje zouden versperren, en wel des te eerder naar gelang het gebruikte dekplaatje dunner is, omdat, zooals de figuren 13 en 14 leeren, bij gelijken terugkaatsingshoek de afstand tusschen de plaats, waar de stralen het dekplaatje intreden en die, waar zij het, na teruggekaatst te zijn, weder verlaten, afneemt met de dikte van het dekplaatje. Voor zeer kleine ligchaampjes, gelijk Diatomeën, de schubjes der Lepidopteren enzv., mits deze tamelijk uit elkander verspreid in het gezigtsveld liggen, is deze verlichtingsmethode echter uitnemend geschikt, en zij heeft boven de overige het belangrijke voordeel vooruit van even goed bij de sterkste, als bij de geringste vergrootingen aanwendbaar te zijn.

Met den zoo even beschreven lenzentoestel kan ik de voorwerpen sterk genoeg verlichten om hen bij eene 500 malige vergrooting te beschouwen, en bij de volkomenere inrigtingen van Wenham, waar minder sphaerische aberratie is, zullen vermoedelijk de voorwerpen nog meer licht ontvangen. Echter vertoonen zich de aldus verlichte voorwerpen steeds eenigermate als in eenen lichtnevel gehuld, waardoor zij eene minder scherpe tegenstelling met den donkeren achtergrond vormen. Daar dit niet alleen het geval is met den lenzentoestel, maar ook Wenham hetzelfde van de door hem gebezigde middelen zegt, zoo schijnt dit gebrek onafscheidelijk van de methode te zijn. Vermoedelijk is zulks het gevolg van de diffusie, die het teruggekaatste licht, zoowel in de voorwerpen als in het omgevende medium ondergaat, ten gevolge waarvan onregelmatig verstrooide lichtstralen naar alle rigtingen worden geworpen en zoo het omringende veld verlichten. Doch ofschoon dit gebrek eenigzins hinderlijk is voor de waarneming, zoo zal desniettegenstaande deze verlichtingsmethode in die gevallen, waar geene andere mogelijk is, nuttige diensten kunnen bewijzen, en is zij daarom als eene aanwinst voor het mikroskopisch onderzoek te beschouwen.

52. Bij het meer en meer toenemend gebruik van gas in de huizen, verdient ook de gaslamp, door Highleij (1) ingerigt voor het gebruik bij het mikroskoop, eene nadere beschrijving. Zij is afgebeeld op pl. I fig. 21.

Langs eenen op een voetstuk geplaatsten bronzen of koperen stam glijdt een arm op en neder, die een ring A

(1) *Quart. Journ.* 1853 Januarij p. 142

draagt, welke van onderen bedekt is met metaalgaas, om eene standvastige, niet flikkerende vlam te verkrijgen. Daarbinnen is een metalen kegel C geplaatst, waarvan de bovenste, afgeknotte rand zich tot aan den voet der vlam verheft, aldaar eene opene ruimte van $\frac{1}{8}$ duim overlatende. Hierdoor verkrijgt men eene schitterende cylindrische vlam. De toevoer van gas geschiedt door eene caoutchoucbuis, die met een gaspijp in verbinding wordt gebragt. De kraan Q dient ter regeling van de toevloeijing.

Ten einde aan het licht zijne gele stralen te onttrekken en het daardoor witter te maken, is de vlam omgeven van een schoorsteen D van lichtblaauw glas. Hierdoor wordt de kleur der vlam reeds tot op eene zekere hoogte verbeterd, maar dit geschiedt nog vollediger door een blaauwachtig grijs gekleurde glazen schijf E, die gevat is in eene korte, hellend geplaatste buis, welke verbonden is aan een scherm in de gedaante van een halven cylinder G, die, met behulp van den ivoren knop H, om den ring A kan ronddraaijen, zoodat men derhalve dit scherm naar de andere zijde kan brengen, wanneer men het volle licht der vlam verlangt.

Een holle metalen spiegel J is aan den stam bevestigd, in eene evenwijdige rigting met de glazen schijf E. Het aldus reeds geconcentreerde licht kan, des verkiezende, nog meer geconcentreerd worden door eene lens. De stralenbundel kan ook opgevangen worden door eenen hollen spiegel L, die van achteren met gips bekleed is.

Deze zelfde lamp kan ook als gewone studeer-lamp dienen, na verwijdering van het scherm G en daarvoor inplaatsstelling van de kap M. Ook voor scheikundige doeleinden kan zij worden aangewend, waartoe er de ring N met het waterbad O en de metalen plaat P zijn bijgevoegd.

Deze toestel schijnt mij toe op eene allezins gepaste wijze de nadeelen van het kunstlicht voor de verlichting van mikroskopische voorwerpen te verbeteren, met behoud van de daaraan verbonden voordeelen. Dat de geheele inrigting, met eene kleine wijziging ook op eene olielamp kan worden toegepast, zal ter naauwernood behoeven gezegd te worden.

## TOESTELLEN TOT HET METEN EN TEEKENEN DER MIKROSKOPISCHE VOORWERPEN.

Onder deze rubriek noem ik in de eerste plaats een kleinen toestel, die ik het eerst zag aan het boven (bl. 57) beschreven mikroskoop van Nobert. Tegenwoordig is deze echter ook bij Nachet te bekomen.

Het is eene camera lucida, alleen bestaande uit een zeer dun, onder eenen hoek van 45° gesteld glasplaatje *a b* (fig. 3 pl. II) en een regthoekig glazen prisma A. Het glazen plaatje wordt boven het oculair geplaatst, en dan neemt het daardoor heen ziende oog tevens het potlood, de passer of eenig ander voorwerp waar, dat zich in *p*, dat is ter zijde van het mikroskoop bevindt.

De geheele toestel is zoo ingerigt, dat hij, door middel van eenen ring gemakkelijk aan het oculair wordt bevestigd, en, wanneer men hem niet gebruikt, ter zijde kan worden gedraaid, terwijl bovendien het prisma zich om eene horizontale as beweegt, ten einde meer nabij gelegen of verder verwijderde voorwerpen in het gezigtsveld te kunnen projicieren.

Deze camera lucida is niet anders dan eene verbetering van het vroeger (*Het Mikroskoop* I bl. 253) reeds vermelde gebruik van een dergelijk glasplaatje tot hetzelfde oogmerk, maar ten gevolge dezer verbetering heeft men nu het groote

voordeel verkregen van, ziende in een loodregt geplaatst mikroskoop, de hand, die het potlood of den passer houdt, op de tafel, waarop het mikroskoop staat, gelijktijdig met het voorwerp in het gezigtsveld te zien.

Onder alle mij bekende camerae lucidae is deze dan ook de eenvoudigste en de gemakkelijkste in het gebruik. De eenige aanmerking, die men er op maken kan, is dat, ten gevolge van de gebrekkige terugkaatsing aan de oppervlakte van het schuins geplaatst glasplaatje, slechts weinige stralen van de zich ter zijde van het mikroskoop bevindende voorwerpen in het oog geraken. In dit opzigt doet deze inrigting voorzeker onder voor andere camerae, waarin eene totale terugkaatsing geschiedt. Doch voor de meeste doeleinden, waartoe men zulk een toestel gebruikt, is zij bij behoorlijke regeling van het licht, dat op de ter zijde van het mikroskoop gehouden hand valt, volkomen voldoende, gelijk mij door een veelvuldig gebruik gebleken is.

Eene zamengestelder soort van camera is die van Hagenow (1), welke door hem met den eenigzins weidsch klinkenden naam van Dikatopter bestempeld is. In de hoofdzaak stemt hare inrigting overeen met die, welke Amici reeds voor meer dan twintig jaren bij zijne horizontale mikroskopen voegde (zie *Het Mikroskoop* I bl. 257). Alleenlijk is het prisma, waardoor in het Amicische werktuig eene totale terugkaatsing geschiedt, hier vervangen door een glazen spiegel, die bovendien niet onder maar boven het doorboorde spiegeltje geplaatst is.

Fig. 56 op pl. II stelt eene afbeelding van het werktuig van Hagenow in doorsnede voor. Het glazen spiegeltje *s*

---

(1) Karl B. Heller. *Das dioptrische Mikroskop*, Wien, 1856 p. 51.

is onder eenen hoek van 63° voor het oculair gesteld. Tegenover dit spiegeltje, vlak voor de oculairbuis *l*, is een doorboord cirkelrond stalen spiegeltje *s'* onder eenen hoek van 17° bevestigd. Beide spiegels zijn tegen het binnentreden van zijdelingsch licht door gepast aangebragte wanden *w* beschut en aan den bewegelijken ring R bevestigd. De ring *r* en *r'* dient om den toestel aan de buis M te hechten; de ring *r'* draagt bovendien het vierzijdige zuiltje A, om, door middel van de schroef C, aan den toestel de noodige bewegelijkheid te geven.

Het in O geplaatste oog des waarnemers ontvangt, regtstreeks door de kleine opening *o*, de door het prisma P teruggekaatste stralen van het gezigtsveld en te gelijker tijd die van het papier D en het potlood B, omdat de van daar uitgaande stralen *b*, *c*, *d*, na eerst door den grooten spiegel *s* te zijn teruggekaatst, op het kleine, doorboorde spiegeltje *s'* eene tweede terugkaatsing ondergaan en zoo in het oog geraken.

32 Niet zelden is het noodig bij wetenschappelijke onderzoekingen de oppervlakte te meten van eenig zich in het gezigtsveld bevindend voorwerp.

In eenige gevallen zal zulks kunnen geschieden, door in het brandpunt van het bovenste oogglas eenen in vierkante ruitjes verdeelden glasmikrometer te plaatsen en te tellen hoe groot het getal der ruitjes is, dat door het voorwerp bedekt wordt. Heeft men, volgens bekende handelwijzen, vooraf de grootte van elk ruitje bepaald, dan vindt men de oppervlakte van het voorwerp door eene eenvoudige vermenigvuldiging.

De meting op deze wijze, hoewel schijnbaar eenvoudig en gemakkelijk, heeft echter hare eigene bezwaren, vooral daar-

in bestaande, dat, als de oppervlakte van het voorwerp een eenigzins groot gedeelte van het gezigtsveld inneemt, en de ruitjes, — zoo als voor de naauwkeurigheid der bepaling noodig is, — klein zijn, het moeijelijk valt deze te tellen, omdat er geene grootere verdeelingen zijn, die met éénen oogopslag veroorlooven de grootte van het middengedeelte des voorwerps ten naastenbij te erkennen, zoodat nog slechts de meer buitenwaarts gelegen ruitjes eene afzonderlijke telling vorderen.

Het zal derhalve niet overbodig zijn hier eene methode te beschrijven, die, hoewel slechts eene wijziging van eene dergelijke vroeger door mij beschrevene (*Het Mikroskoop* III p. 435), in het praktisch gebruik merkelijk beter voldoet.

Op eene mat geslepen glasplaat van ongeveer 30 centim. in het vierkant worden met inkt een aantal evenwijdige, elkander kruisende lijnen getrokken, zoodat de geheele oppervlakte in gelijk groote vierkante ruitjes, ten getale van minstens drie- tot vierhonderd, verdeeld is. Om de telling gemakkelijker te maken, worden de grootere ruiten, die elk vijf kleinere lang en breed zijn en daarvan dus vijfentwintig bevatten, aangeduid door ronde inktvlekjes op de hoekpunten, dat is rondom de kruisingspunten der lijnen aldaar. Bovendien worden langs de zijden van den vierhoek nog cijfers geplaatst, even als op een gewonen maatstok.

Deze verdeelde glasplaat wordt nu, hetzij op een afzonderlijk voetstuk, of, — gelijk in het vertrek waar ik gewoon ben te arbeiden, — tegen een der vensterruiten geplaatst. Ten einde de met inkt getrokken lijnen te beveiligen, is het raadzaam de plaat te overdekken met eene andere van gewoon glas, die daarop met strooken papier langs de randen wordt vastgeplakt.

Van deze verdeelde plaat moet nu een beeld gevormd worden, dat, te gelijk met het voorwerp, in het gezigtsveld van het mikroskoop gezien wordt. Dit geschiedt met hulp van den boven (bl. 108 en volg.) beschreven verlichtingstoestel. Het mikroskoop wordt regt tegenover de plaat gesteld. De afstand daarvan kan verschillend zijn. Heeft men nu het voorwerp behoorlijk in het gezigtsveld, dan laat men door den vlakken spiegel en de achromatische lens een beeld van de verdeeling ontstaan, en, door de laatste hooger of lager te stellen, gelukt het weldra dit beeld en dat van het voorwerp gelijktijdig te zien. Natuurlijk heeft men het geheel in zijne magt aldus het gezigtsveld in grootere of kleinere ruitjes te verdeelen, door den afstand van het mikroskoop tot aan de verdeelde glasplaat te veranderen of door achromatische lenzen of lenzenstelsels van verschillenden brandpuntsafstand te bezigen. De ware grootte der ruitjes moet dan, even als bij het gebruik van eenen glasmikrometer in het oculair, vooraf gemeten worden. Heeft men dit echter eenmaal voor eenen of meer vaste afstanden en voor het gebruik van dezelfde lenzen verrigt, dan kunnen deze bepalingen voor alle volgende metingen dienen.

Hetzelfde beginsel kan op nog menigerlei andere wijzen worden toegepast, daar aldus het gezigtsveld, ten behoeve van het doen van verschillende soorten van metingen, tot bepalingen van lengtematen, vlaktematen, hoekmaten, of ook tot het tellen van voorwerpen in eene bepaalde ruimte, of eindelijk tot het vervaardigen van naauwkeurige teekeningen, geheel naar willekeur in vakken van allerlei gedaante en grootte kan worden verdeeld.

Alleen zij echter, die een mikroskoop met eenen achromatischen verlichtingstoestel bezitten, kunnen van deze methode

gebruik maken, en dit maakt hare toepassing derhalve noodzakelijk beperkt. Doch zij kan in de meeste gevallen vervangen worden door eene andere, die alleen het nadeel heeft van omslagtiger en daardoor meer tijdroovend te zijn. Met eene camera lucida wordt een naauwkeurige omtrek van het voorwerp op een blad papier of op eene lei ontworpen en daarop dan een stuk doorschijnend papier of eene glasplaat gelegd, waarop met inkt of een schrijfdiamant de verdeeling geteekend is.

Spoediger voert het gebruik van het portatieve zonmikroskoop tot het doel, daar men het beeld kan opvangen op een verdeeld stuk papier, dat tijdelijk met terpenthijnolie doorschijnend is gemaakt.

Heeft men den omtrek van het beeld op papier geteekend, dan schijnt ook de planimeter, door den ingenieur Caspar Wetli te Zurich uitgevonden (1), een zeer geschikt werktuig om de oppervlakte te meten. Ik ken hetzelve echter niet uit eigen ervaring, evenmin als den op een dergelijk beginsel (dat van het meten door ordinaten en coördinaten) berustenden toestel, die door L. Fick (2) is uitgedacht en op het mikroskoop toegepast, en welke in de hoofdzaak bestaat uit twee beweeglijke armen, waartusschen twee spinnewebdraden gespannen zijn, die elkander kruisen. Het oculair is zamengesteld uit twee buizen, die door eene korte tusschenruimte gescheiden zijn, in welke zich het kruisingspunt, geplaatst in het brandpunt van het bovenste oogglas, langs de randen van het beeld des voorwerps in het gezigtsveld

(1) Zie de beschrijving daarvan in de *Sitzungsberichte der Kais. Akademie* 1851 I p. 134.

(2) *Zeitschrift für rationelle Medicin* 1853 Neue Folge III p. 273.

laat bewegen. Later is nog een eenvoudiger planimeter door Amsler (1) uitgedacht en beschreven.

53. Waar eene camera lucida, een zonmikroskoop of het dubbelzien tot mikrometrische doeleinden gebezigd worden, moet men bovendien een naauwkeurig meetwerktuig bezitten. Beter dan de vroeger (*Het Mikroskoop* I bl. 356, III bl. 434) door mij vermelde passers, dient daartoe een schuifpasser, welken ik later alhier heb doen vervaardigen en reeds verscheidene jaren met goed gevolg gebruikt. Hij is eene wijziging van den reeds vroeger bij instrumentmakers in gebruik zijnden schuifmaatstok.

Deze schuifpasser bestaat (z. fig. 38 A pl. II, halve grootte) uit twee deelen, namelijk uit eene platte geelkoperen staaf *abcd* en het daarover heen glijdend raam *eghf*. Door eene aan de ondervlakte geplaatste veêr (*ik* in B), die een deel uitmaakt van het kruisvormige stuk *ilkm*, dat door twee schroeven met het raam verbonden is, alsmede door eene andere zijdelingsche (*n* in A en B), die in eene sleuf van het stuk *eg* past, wordt dit raam tegen de staaf aangedrukt. Aan het eene einde van de staaf en desgelijks aan het daaraan beantwoordend gedeelte van het raam bevindt zich een naar regts (2) gekeerd, loodregt daarop bevestigd stalen aan-

(1) *Über die mechanische Bestimmung des Flächeninhalts der statischen Momente* etc. Schaffhausen 1856. Ook beschreven in A. Fick's *Medizinische Physik*. Braunschweig 1856 p. 464.

(2) Door eene vergissing van den graveur zijn de stalen spitsen naar links gekeerd afgebeeld. Deze rigting is goed, wanneer de passer in de regterhand wordt gehouden, maar wanneer men, gelijk de meesten doen, met het regter oog door het mikroskoop ziet, dan moet men, bij het dubbelzien, den passer in de linker hand houden en derhalve met de spitsen naar het mikroskoop, dat is naar regts toegekeerd. Des verkiezende zoude de passer echter ook aan de tegenovergestelde zijde nog van twee spitsen kunnen voorzien worden.

zetstuk (A, *op* en *eq*), beide in zeer spitse punten eindigende, en, daar beiden volkomen vlak aan de naar elkander toegekeerde zijden zijn, kunnen zij onderling in onmiddellijke aanraking gebragt worden. Deze aanzetstukken zijn (bij *r* en *s*) benedenwaarts gebogen, onder eenen hoek van omstreeks 145°, zoodat zij zich, van ter zijde gezien, vertoonen als in C. Daardoor kan men gemakkelijk de spitsen over een plat vlak bewegen, wanneer de hand, die het werktuig houdt, op de tafel rust Op het verbindingsstuk *gh* is nog een ander stuk koper bevestigd, dat eenigzins uitgehold en van eenige groeven voorzien is, om daarin het voorste lid des duims te houden, die daardoor genoegzaam gesteund wordt om het raam gemakkelijk heen en weder te schuiven over de staaf, die men met de andere vingers omvat.

Langs de eene zijde der staaf is eene verdeeling ingesneden van centimeters en millimeters, terwijl een nonius bij *tu* gelegenheid geeft om 50^ste^ deelen van den millimeter aftelezen. Aan de tegenovergestelde zijde kan nog eene tweede verdeeling in duimen en lijnen worden aangebragt, met eenen nonius bij *rx*. Deze verdeelingen zijn zoo ingerigt, dat wanneer de beide stalen aanzetstukken tegen elkander aan liggen, en derhalve ook de spitsen elkander raken, de nonius 0 aanwijst.

Behalve voor mikrometrische doeleinden is zulk een schuifpasser ook een zeer geschikt werktuig tot het doen van velerlei andere metingen, zooals b. v. tot het naauwkeurig bepalen van de dikte der dekplaatjes, enzv.

53. W e l c k e r (1) heeft eene mikrometrische methode

---

(1) *Zeitschrift für rationnelle Medicin* X II. 1.

beschreven, welke, hoewel niet geheel nieuw, toch verbeteringen bevat, waardoor zij in de toepassing bruikbaarder is geworden.

Zijne mikrometrische inrigting is namelijk in beginsel dezelfde, die reeds voor vele jaren door Brewster (1) in zijnen *rotatory micrometer with points* werd aangewend en ter zijner plaatse door mij vermeld is (*Het Mikroskoop* III bl. 428).

Brewster, plaatste twee zeer fijne spits toeloopende naaldjes in het brandpunt van het oogglas, nabij den rand van het gezigtsveld. Een dezer naaldjes is onbewegelijk, het andere draait tevens met eenen verdeelden cirkel rond. Bij de meting wordt dit laatste zoodanig gedraaid, dat de randen van het beeld tusschen de beide spitsen begrepen schijnen, en nu, met behulp van een nonius, de grootte van den boog afgelezen, welks waarde gelijk is aan den doormeter van het beeld. In eene vooraf berekende tafel wordt dan de ware grootte gevonden.

In den Welckerschen mikrometer ontbreekt het eene vaste punt, dat trouwens des noods ook gemist kan worden, en de bewegelijke spits wordt vervangen door het kruisingspunt van twee spinwebdraden AB en CD (fig. 28 pl. I), die dwars over het diaphragma van het oculair zijn gelegd (2).

---

(1) *New Instruments* p. 55 en 73.

(2) Welcker heeft later (*Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte* s. 31) eene eenvoudige methode medegedeeld om in dergelijke gevallen de altijd eenigzins moeijelijk te bevestigen spinwebdraden in het oculair door andere te vervangen. Hij brengt namelijk op de twee plaatsen van den rand des diaphragma's, waartusschen de draad moet uitgespannen zijn, een droppel canadabalsem, steekt nu den knop eener speld in een dezer droppels en trekt dan een draad, die naar de tegenovergestelde zijde wordt heen gevoerd. Dit eenvoudige hulpmiddel kan werkelijk in vele gevallen nuttig zijn. Bij eenige oefening en bij de aanwending van canadabalsem van gepaste consistentie, kan men aldus werkelijk zeer bruikbare, gelijkmatig dunne draden trekken.

Tot het meten van den doorloopen hoek dient een koperen plaat, in de gedaante van een cirkelsector (fig. 26 pl. I), die eene in graden verdeelde schaal heeft. Deze koperen plaat is verbonden met de mikroskoopbuis. Een lange wijzer, die aan het oculair is vastgehecht, glijdt langs de verdeeling, wanneer de oculairbuis wordt rondgedraaid.

Bij het gebruik van dezen mikrometer moet vooraf, even als bij vele andere soortgelijke werktuigen, eerst de waarde der afdeelingen van de schaal gevonden worden door vergelijking met die van eene bekende maat, b. v. van eenen glasmikrometer, op de wijze voorgesteld in fig. 28, waar de spinwebdraden in twee op elkander volgende stellingen, AB, CD en *ab*, *cd*, zijn aangeduid, welke zij aannemen, wanneer zich het kruisingspunt van den eenen rand eener afdeeling naar den volgenden beweegt. Heeft men eenmaal met de noodige naauwkeurigheid den boog leeren kennen, welke beantwoordt aan de lengte van de aldus doorloopen koorde, dan kan men gemakkelijk de lengte van elke andere koorde, die beantwoordt aan eenen anderen boog vinden, daar de koorde van elken boog gelijk is aan tweemaal den sinus van den halven boog. Op die wijze kan men dus door eene kleine berekening, — welke hier voor den slechts eenigzins in de wiskunde bedreven lezer wel niet nader zal behoeven te worden uiteengezet, — ook den doormeter van elk te meten voorwerp vinden, welke gelijk is aan de koorde van den boog, zooals zulks in fig. 27 door MN is voorgesteld, waar de gestippelde lijn den cirkel aanwijst, dien het punt M doorloopt.

Indien het geheele mikroskoop de noodige vastheid heeft, zoodat door het ronddraaijen van het oculair de plaats van het voorwerp in het gezigtsveld geenerlei verandering onder-

gaat, dan laat zich niet betwijfelen, of men kan volgens deze methode vrij naauwkeurige metingen verrigten. Echter is daarin ééne bron van fouten, die wij niet over het hoofd mogen zien. De doormeter van het te meten voorwerp moet namelijk altijd juist in de rigting van de koorde des kleinen cirkels gelegen zijn en, hoewel men het voorwerp wel ten naastenbij op het oog in die rigting brengen kan, zoo is er toch geen zeker merkteeken daarvoor.

Uit dit oogpunt, maar ook uit hoofde van de grootere eenvoudigheid der berekening, verdient de door Hodgson (1) in den Welckerschen mikrometer gemaakte wijziging aanbeveling.

Hodgson vervangt namelijk den cirkelsector met de in graden verdeelde schaal, door eene regthoekige plaat (z. fig. 29 pl. I), waarop eene evenwijdig met de eene regthoekszijde loopende verdeelde maat is aangebragt. De wijzer moet zoo lang zijn als de hypothenuse. Bij het gebruik dezer inrigting is het nu niet de koorde maar de tangens die gemeten wordt, en, wanneer de kleinere spinwebdraad de grootere, die juist in de middellijn gelegen is, regthoekig kruist, dan wijst de eerste de rigting van den tangens aan en derhalve ook de juiste plaats van het voorwerp. Indien dan de lengte van de straal des kleinen cirkels, beschreven door omwenteling van het punt M en hare verhouding tot den afstand van het middelpunt des gezigtvelds tot aan het naastbij zijnde punt der schaal bekend zijn, dan wordt de gezochte doormeter gevonden door eenen eenvoudigen regel van drieën, gelijk blijkt uit fig. 30 pl. I, waarin MN het voorwerp is, aan welks randen zich de spinwebdraad beurtelings in AB

(1) *Quart. Journ.* 1856 April. XV p. 211.

en in *ab* bevonden heeft. De driehoeken EOF en MON gelijkvormig zijnde, staat EO : MO = EF : MN. Heeft men dus eerst de ware lengte van de straal MO, dat is van de halve middellijn gevonden, — door een glasmikrometer als voorwerp te bezigen en het oculair eene halve omwenteling te doen ondergaan, waardoor het punt M beurtelings aan het eene en aan het andere uiteinde van de middellijn komt, hetgeen men daaraan herkent, dat de spinwebdraad CD evenwijdig is met de streepjes der verdeeling, — dan heeft men vervolgens nog slechts de lengte van OE te kennen, om dadelijk de grootte te weten der voorwerpen, die, gelegen in de lijn MD, door de beenen van den hoek EOF omspannen worden. Is b. v. EO honderd maal langer dan MO, dan zal de doormeter van het voorwerp $\frac{1}{100}$ bedragen van de door den wijzer op de verdeelde schaal aangewezen maat. Bij sterker vergrootingen, wanneer de lengte van MO slechts een klein breukdeel eens millimeters wordt, kan de straal ligtelijk duizend maal in EO begrepen zijn, zonder dat de regthoekige plaat eene buitensporige grootte verkrijgt, en dan beantwoordt b. v. elke millimeter der schaal aan $\frac{1}{1000}$ millimeter bij de meting, terwijl men nog kleinere deelen schatten kan.

Deze verhouding tusschen de deelen van de lijn MD en die van de schaal laat zich ook nog op eenen meer regtstreekschen weg voor de verschillende vergrootingen bepalen, door namelijk eenen glasmikrometer zoodanig op de voorwerptafel te leggen, dat zijn beeld in de lijn MD valt. Men kan dan onderzoeken welke afdeelingen der schaal, bij het rondbewegen van het oculair met den wijzer, aan bepaalde afdeelingen des glasmikrometers beantwoorden. Deze handelwijze heeft boven die van Hodgson ook nog dit

vooruit, dat men zich daardoor onafhankelijk kan maken van de fout, die het gevolg is van de mogelijke excentriciteit van het punt O. Teekent men namelijk de aldus verkregen uitkomsten in eene tafel op, dan kan deze voor alle volgende metingen dienen. Het spreekt overigens van zelf, dat bij deze bepalingen alle die voorzorgen moeten in acht genomen worden, welke voor het gebruik van glasmikrometers als standaardmaten in het algemeen gelden, en elders uitvoerig door mij besproken zijn (*Het Mikroskoop* II bl. 296 en verv.).

Hier ter plaatse kunnen wij nog aanstippen, dat Welcker (1) ook eenen glasmikrometer vervaardigd heeft, die bepaaldelijk geschikt is voor het tellen van voorwerpen in het gezigtsveld. Het is een plaatje van $1\frac{1}{2}$ duim lengte en 1 duim breedte, waarop overdwars 51 streepjes getrokken zijn met tusschenruimten van 0,25 Par. lijn, loodregt doorkruist door 241 andere, zoodat de mikrometer dus in zeer langwerpige zeshoekjes verdeeld is. Hij houdt dien vorm voor beter dan die van vierkante ruitjes, iets dat nog zoude kunnen betwijfeld worden. Daarentegen verdient zijn denkbeeld om, voor het gemak der telling, zulk eene verdeeling, door ligtelijk met eenen diamant te maken teekens, te nommeren, allezins goedkeuring. Deze teekens bestaan alleen uit streepjes van tweederlei lengte en tweederlei onderlingen afstand, zij zijn: I (1), I I (2), I I I (3), I I I I (4), II (5), II I I I (8), | (10), |I II (14), || (20), ||| (30) enzv.

Ook Hodgson heeft een denkbeeld aangegeven, dat welligt zal kunnen lijden tot het daarstellen van merkelijk goedkoopere mikrometers, die de glasmikrometers als standaardmaten kunnen vervangen.

---

(1) *Polyt. Journal* CXXX s. 267.

Hij vervaardigde namelijk mikrometers van collodium. Dit deed hij op tweederlei wijze: vooreerst door op eenen glas-mikrometer een laagje collodium te brengen, dat zich, na de verdamping des ethers, gemakkelijk laat afligten, waardoor hij van de verdeelingen als het ware een afgietsel verkreeg, dat nu even als een gewoon voorwerp tusschen twee glasplaatjes besloten kan worden (1).

In de tweede plaats bezigde hij de photographie, om op zeer verkleinden maatstaf een beeld te vormen van eene verdeelde maat. Wanneer men in het oog houdt, dat photographische afbeeldingen op collodium van zoo groote scherpte kunnen vervaardigd worden, dat zij eene tamelijk sterke vergrooting verdragen, dan laat zich begrijpen, dat men langs dien weg mikrometrische verdeelingen kan verkrijgen, die zeer wel diegene, welke met een verdeelwerktuig gemaakt zijn, kunnen vervangen om als oculair-mikrometers gebruikt te worden.

34. Het gebruik der photographie, als middel om afbeeldingen van mikroskopische voorwerpen te verkrijgen, is in de laatste jaren algemeener geworden, vooral nadat de daguerrotypie en de photographie op papier plaats hebben gemaakt voor de aanwending van glas met collodium, eiwit of gelatina bekleed. Inzonderheid het eerste der drie laatst

(1) *Quart. Journ.* 1856 XV. p. 240. Wij moeten hier echter bijvoegen, dat drie jaren vroeger Gorham (*Quart. Journ.* 1853 II p. 84) reeds het collodium gebruikt heeft, om zulk soort van afgietsels te maken van verschillende midroskopische voorwerpen. Hij bezigde daartoe collodium, dat met rood sandelhout zwak gekleurd was en streek dit met een penseel vier of vijf maal over de oppervlakte van het voorwerp. Bij het onderzoek van mineralen, van schelpen, polyparien, de opperhuid van planten, die van gelede dieren, het hoornylies hunner oogen enz., kan dit hulpmiddel inderdaad goed te stade komen.

genoemde stoffen is daartoe met het beste gevolg aangewend. Te Weenen zijn mikroskopische photographieën vervaardigd aan de staatsdrukkerij, die onder bestuur van Auer staat. In dezelfde stad hebben ook Pohl en Weselsky (1) zich daarmede onledig gehouden, terwijl reeds vroeger Maijer te Frankfort zulke photographieën vervaardigde, die als fraai geroemd worden. Te Parijs bood onlangs Bertsch (2) er eenige aan de Fransche Akademie aan. Ook Nachet heeft, volgens eene mondelinge mededeeling, mikroskopische photographieën met goed gevolg vervaardigd. Desgelijks Dubosq, die dezelve vervolgens weder bezigde als voorwerpen, om daarvan, door middel van een photoëlektrisch mikroskoop, een nog sterker vergroot beeld op een scherm te werpen. De talrijkste beoefenaars vond echter de mikroskopische photographie in Engeland. Hodgson (3), Delves (4), Kingsley (5), Shadbolt (6), Huxley (7) en Wenham (8) gaven van de uitkomsten hunner ten deele goed geslaagde proefnemingen openlijk verslag en eene meer of minder uitvoerige beschrijving der door hen daarbij gevolgde handelwijzen.

Daar echter de middelen om photographische afbeeldingen van mikroskopische voorwerpen daartestellen in de hoofdzaak volkomen dezelfde zijn als die, welke bij de photographie in

---

(1) *Sitzungsberichte der Kais. Akad.* 1857 XXIII H. 1. p. 317.

(2) *Compt. rendus* 1857 XLIV p. 213. Door Bertsch vervaardigde mikroskopische photographieën zijn tegenwoordig in den handel. Ik heb er een paar van gezien, die inderdaad zeer goed waren.

(3) *Quart. Journ.* 1853 II p. 147.

(4) *Quart. Journ.* 1853 III, *Transact.* p. 57.

(5) *Philos. Magazine*, 1853 June, p. 461.

(6) *Quart. Journ.* 1853 III. p. 165.

(7) Ibid. p. 173, en IV, p. 305.

(8) *Quart. Journ.* 1855 X. *Transact.* p. 1.

het algemeen worden gebezigd, zoo meen ik mij te mogen vergenoegen met den lezer daaromtrent te verwijzen naar de werken, die hieraan opzettelijk gewijd zijn, en zal mij hier alleen bepalen bij eene beknopte beschouwing van datgene, wat aan de mikroskopische photographie eigendommelijk is.

De meesten der bovengenoemden hebben alleen zonlicht ter verlichting der voorwerpen doeltreffend gevonden. Daarmede kan binnen weinige seconden op geiodeerd collodium een voldoende indruk verkregen worden. Shadbolt heeft echter ook het licht eener camphinelamp gebruikt en zegt daarmede binnen een tot tien minuten een voldoend beeld verkregen te hebben. Aan Wenham gelukte zulks echter niet. Beter voldeden dezen brandende phosphorus, branddende zinkspaanders of eene reeks van elektrische vonken door zelfontlading eener groote leidsche flesch, minder goed het hydro-oxygeenlicht op kalk. Ten slotte echter zegt hij dat er geen licht bekend is, dat in dit opzigt het zonlicht evenaart. Nachet bevond echter, dat het elektrisch licht tusschen koolspitsen zeer wel aan het oogmerk voldoet.

Wat de verdere optische inrigting betreft, zoo hebben sommigen de voorkeur gegeven aan het gewone zonmikroskoop met aplanatische lenzenstelsels, en het beeld in een duister gemaakt vertrek op een tot tien voeten afstands opgevangen; anderen daarentegen hebben in de gewone, tot photographische doeleinden bestemde donkere kamer de lens verwisseld met een objectiefstelsel en eene daarvoor geplaatste voorwerptafel en verlichtingstoestel; nog anderen hebben tot vorming van het beeld aan een geheel zamengesteld mikroskoop de voorkeur gegeven, hetzij dat het loodregt of horizontaal geplaatst wordt of wel, door een regthoekig

glazen prisma in de mikroskoopbuis, beide standen vereenigd worden. Deze verschillen in de aanwending van den vergrootenden toestel zijn echter van weinig belang.

Van meer gewigt is het, dat men bedacht zij op de omstandigheid, dat het brandpunt der zoogenaamde actinische of chemische stralen niet zamenvalt met dat der eigenlijke lichtstralen, zoodat het scherpe photographische beeld op eenen iets verderen afstand ontstaat dan het op een mat glas opgevangen lichtbeeld. Hierbij komt, dat alle aplanatische lenzenstelsels oververbeterd zijn, maar natuurlijk alleen voor de eigenlijke lichtstralen, terwijl bovendien de graad van oververbetering verschillend is in de onderscheidene lenzenstelsels, zelfs in die welke afkomstig zijn uit dezelfde werkplaats. In het algemeen is het verschil in de plaats der beide brandpunten het grootst bij de zwakste lenzenstelsels. Zoo vond Shadbolt, dat een objectief van Smith & Beck van $1\frac{1}{2}$ duim brandpuntsafstand $\frac{1}{50}$ d. verder van het voorwerp moest gebragt worden; voor een ander van $\frac{2}{3}$ d. brandpuntsafstand bedroeg het verschil $\frac{1}{200}$ d.; voor een van $\frac{4}{10}$ d. brandpuntsafstand $\frac{1}{1000}$ d. Bij sterker objectieven wordt de afstand tusschen beide brandpunten zoo gering, dat het verschil weinig of geen invloed meer uitoefent. Men kan op drieërlei wijzen daaraan, wanneer het noodig is, te gemoet komen: 1° door verandering te brengen in de plaats waar het beeld opgevangen wordt; 2° door verandering in den afstand van het voorwerp tot aan het objectief; 3° door vóór het objectief eene gewone biconvexe glazen lens van geringe kromming te stellen, waardoor de oververbetering van het eerste in onderverbetering wordt veranderd. Deze laatste handelwijze is van Wenham. De tweede verdient de voorkeur boven de eerste, omdat zij

gemakkelijk uitvoerbaar is met de schroef voor fijne instelling, mits de knop voorzien zij van eene verdeeling, waardoor zij als focimeter dienen kan.

Zij derhalve, die met de objectieven van hun mikroskoop photographieën wenschen daartestellen, behooren eerst door eenige voorloopige proefnemingen te onderzoeken hoe groot het verschil tusschen de beide brandpuntsafstanden is. Dit eenmaal gevonden zijnde, moet dan het objectief, wanneer het beeld zich op het matte glas scherp vertoont, telkens nog zooveel verder van het voorwerp gebragt worden, of, bij aanwending van de methode van Wenham, er dan de biconvexe lens voor geschroefd worden, die gebleken is voor het oogmerk voldoende te zijn.

Wordt in plaats van enkele objectiefstelsels een geheel zamengesteld mikroskoop aangewend, dan wordt de oververbetering van het objectief door het oculair in meerderen of minderen graad opgeheven of zelfs in onderverbetering overgevoerd. Ook hier kunnen derhalve alleen weder voorloopige proefnemingen beslissen, welke verandering er gemaakt moet worden in den afstand tusschen het voorwerp en het objectief, om een zoo scherp mogelijk photographisch beeld te erlangen.

Wat de vraag aanbelangt: welk nut men van photographische afbeeldigen van mikroskopische voorwerpen mag verwachten, zoo laat zich deze uit tweederlei standpunt beantwoorden.

Dat zulke afbeeldingen het teekenen van mikroskopische voorwerpen geheel overbodig zouden maken, is geenszins aantenemen. Eene goede mikroskopische teekening is het resultaat niet van eene enkele maar van vele opvolgende waarnemingen. Eene slaafsche navolging van alles wat men in

het gezigtsveld ziet zoude slechts dienen tot verwarring van den indruk. Hij, die zulk eene teekening vervaardigt, behoort aan dengenen, die haar beziet, de moeite te besparen om het waargenomen beeld te ontcijferen, vooral omdat deze niet meer in de gelegenheid is, door eene verandering in den afstand van het voorwerp, door beweging daarvan in het gezigtsveld enzv., zich eene juiste voorstelling te verschaffen van de beteekenis der onderscheidene streepjes, vlekjes, schaduwen en heldere plaatsen, die het beeld in zijn geheel zamenstellen. Een teekenaar, die tevens mikroskopisch waarnemer is, zal zich b. v. wel wachten om al de stofdeeltjes of andere aan het voorwerp der waarneming vreemde ligchaampjes, die zich toevalliger wijze tevens in het gezigtsveld vertoonen, in zijne teekening optenemen; hij zal dikwerf duidelijkheidshalve deelen van het voorwerp, die iets lager of hooger gelegen zijn dan andere en zich daarom niet op hetzelfde oogenblik scherp vertoonen, toch met scherpe randen teekenen, om de ligchamelijkheid in zijne afbeelding terug te geven. In eene photographie is het geheel anders. Door overmaat van getrouwheid bespaart zij aan haren beschouwer niets, zelfs niet het kleinste stipje of krasje in het glasplaatje, waarop het voorwerp ligt. Zij stelt bovendien slechts een enkel vlak scherp daar, terwijl alle gedeelten, die zich in een ander vlak bevinden, nog wel eenen indruk maken, maar zich in de afbeelding met min of meer nevelachtige omtrekken vertoonen. Het is trouwens uit de op bl. 101 medegedeelde metingen gebleken, hoe gering de werkelijke diepte van het gezigtsveld in het mikroskoop is. Wenham heeft, wel is waar, daaraan getracht te gemoet te komen, door het photographische beeld bij gedeelten te doen ontstaan, waartoe hij eene kaart op

den weg der stralen houdt en zoo opvolgend het eene gedeelte van het voorwerp voor en het andere na zich doet afbeelden, maar het is duidelijk, dat dit hulpmiddel slechts in eenige zeer weinige gevallen van wezenlijke dienst kan zijn, daar het geheel ongenoegzaam is, wanneer men een weefsel wil photographeren, dat uit verschillende lagen bestaat, die door elkander heenschemeren. Men mag derhalve veilig beweren, dat de photographie nimmer het teekenen zal overbodig maken. Doch als hulpmiddel tot het verkrijgen van juiste afbeeldingen is zij daarentegen uitnemend geschikt en overtreft als zoodanig verre alle andere dergelijke, zooals de verschillende soorten van camerae lucidae.

Bovendien heeft zij nog eene tweede en gewigtige beteekenis. De geheele mikroskopische waarneming bij doorvallend licht berust op het al of niet doorlaten van de lichtstralen, hetzij dan dat deze geabsorbeerd, teruggekaatst of gebroken en zoo buiten het gezigtsveld geworpen worden. Het ontstaan van photographische beelden van doorschijnende voorwerpen is mede het gevolg van het al of niet doorlaten van lichtstralen, maar niet enkel van die, welke, bij het gewone zien, het netvliesbeeld in het oog vormen, maar bovenal van de sterker breekbare stralen, die voor het oog onwaarneembaar zijn. Van daar dat beide beelden, het gezigtsbeeld en het photographisch beeld, niet noodzakelijk identisch behoeven te zijn, en dat gevolgelijk het laatste sommige bijzonderheden van het maaksel des voorwerps hetzij duidelijker of minder duidelijk kan vertoonen, dan wanneer men hetzelfde voorwerp eenvoudig door het mikroskoop ziet. Een paar waarnemingen aan Wenham ontleend zullen het hier door mij bedoelde duidelijk maken. Het gelukte hem eene photographische afbeelding te verkrijgen van *Pleurosigma angulatum*, bij

de inderdaad geweldige vergrooting van vijftienduizend maal in doormeter (1). Daarin vertoonen zich de teekeningen aan de oppervlakte der schaal volkomen zwart en veel duidelijker dan men ooit hopen mag deze door het zamengesteld mikroskoop te zien. Daarentegen gaf een klein rood gekleurd insekt, waarin bij doorvallend licht het uitgebreide tracheënstelsel goed zigtbaar was, slechts een geheel gelijkmatig zwart gekleurd beeld.

De vervaardiging van mikroskopische photographieën kan derhalve in sommige gevallen een niet onbelangrijk hulpmiddel verschaffen om dieper doortedringen in het fijnere maaksel der ligchamen. De actinische stralen staan in dit opzigt gelijk met de gepolariseerde stralen. Beide kunnen nog met voordeel worden aangewend, wanneer het gewone licht te kort schiet in het voor ons oog waarneembaar maken van afwijkingen in den gang der ethertrillingen, die op hunne beurt slechts gevolgen zijn van zekere verschillen in de gedaante of in den moleculairen toestand der ligchamen.

---

(1) Eene daarnaar vervaardigde afbeelding bevindt zich in Carpenter's werk: *On the Microscope* etc. p. 307. Ik vermoed echter, dat deze geheel buitengewone vergrooting niet regtstreeks verkregen is, maar door het negatieve beeld, dat bij eene geringere vergrooting gevormd was, weder als voorwerp te gebruiken en daarvan een sterker vergroot positief beeld te doen ontstaan.

# HET TOEBEREIDEN EN BEWAREN DER MIKROSKOPISCHE VOORWERPEN.

33. Eenige nieuwe methoden, in de laatste jaren uitgedacht, om de herkenning van het maaksel der mikroskopische voorwerpen gemakkelijker te maken, moeten hier in de eerste plaats vermeld worden.

Voor het onderzoek van het ruggemerg heeft J. Clarke (1) de volgende handelwijze aanbevolen. Het ruggemerg wordt eerst verhard in spiritus. De daarvan gemaakte doorsnede wordt dan gelegd in een mengsel van een deel azijnzuur en drie deelen spiritus en, na daarin een tot twee uren vertoefd te hebben, in enkel spiritus, waarin men haar even lang laat. Daaruit wordt zij overgebragt in terpenthijnolie, die den spiritus onder den vorm van donkere droppels uitdrijft en de doorsnede doorschijnend maakt, welke ten slotte met canadabalsem en een glasplaatje bedekt wordt.

Het is niet te ontkennen, dat door deze methode het hoofddoel, bevordering der doorschijnendheid, werkelijk bereikt wordt, zoodat dan ook de algemeene loop der vezelen, de plaats door de gangliencellen ingenomen, enzv., wel erkend worden, doch voor de waarneming der fijnere détails

(1) *Philos. transact.* 1851, II p. 607.

zijn, juist uit hoofde dezer groote doorschijnendheid, deze praeparaten minder geschikt.

Beter voldoet tot dit laatste oogmerk de bevochtiging der doorsneden van het volgens de methode van Stilling (z. *Het Mikroskoop* III bl. 480) verharde ruggemerg met eene chlorcalcium-oplossing, welke Schroeder van der Kolk sedert eenige jaren met een zoo erkend goed gevolg heeft aangewend (1). Echter kan daarbij eenige drukking nimmer geheel gemist worden.

Natuurlijk zijn deze zelfde handelwijzen ook toepasselijk op de hersenen.

Gerlach heeft in zijne als injectiestof uitmuntende oplossing van karmijn in ammoniak tevens een middel gevonden, waardoor de cellen met hunnen inhoud en de daarin bevatte kernen en kernligchaampjes (de beide laatste het sterkst) rood gekleurd worden, terwijl de tusschencelstof ongekleurd blijft. Dit middel schijnt bestemd om groote diensten te bewijzen, inzonderheid ter ontraadseling der structuur van het ruggemerg en van de hersenen, daar hierdoor de gangliencellen met hunne verlengselen gekleurd worden, zoodat men den loop der laatsten veel beter volgen kan dan op eenige andere manier. Ook ter vervolging der peripherische uiteinden der zennwen in de organen zal deze kleuring vermoedelijk een uitstekend hulpmiddel aanbieden. Het is mij echter gebleken dat ook de wanden der vaten eene roode kleur aannemen, zoowel die der grootere stammen als die der haarvaten, iëts waarop men, ten einde verwisseling te voorkomen, bedacht behoort te zijn. De tijd, voor de indompeling in de

---

(1) *Anatomisch Physiologisch onderzoek over het fijnere zamenstel en de werking van het ruggemerg.* Uitgegeven door de Kon. Akad. van Wetens. 1851, bl. 26.

gekleurde vloeistof benoodigd, verschilt eenigzins naar den aard van het weefsel en van de meer of min verzadigde kleur van het vocht. Wendt men eene zeer donkere karmijnoplossing aan, dan zijn in den regel eenige weinige minuten voldoende, om de kleur behoorlijk te doen doordringen. Door uitspoeling met water wordt dan de overtollige kleurstof verwijderd (1).

Om de gangliencellen van het ruggemerg en de hersenen behoorlijk door uitpluising te isoleren, legt Gerlach deze gedurende eenige dagen in eene oplossing van chromzure potasch, waardoor eene gedeeltelijke verharding maar tevens eene verweeking van de tusschenzelfstandigheid ontstaat, zoodat deze gemakkelijker met naalden kan verwijderd worden, zonder de cellen met hunne verlengselen te zeer te kwetsen. Tot hetzelfde doel kan men echter ook de vooraf in spiritus of nog beter in chromzuur verharde ruggemerg- of hersenzelfstandigheid gedurende een paar dagen in water laten macereren.

Eindelijk heeft Gerlach ook van zijne karmijnoplossing gebruik gemaakt om de holten der beencellen met eene kleurstof te vullen. Hij doet zulks door de oplossing met groote kracht te drijven in de holte van een pijpbeen, waarbij natuurlijk de opening, waardoor de injectie geschiedt, behoorlijk moet afgesloten zijn. Door deze handelwijze kan het feitelijk bewijs geleverd worden van den onmiddelijken zamenhang der holte van de beencellen en van hunne stra-

(1) Om aan anderen noodelooze moeite te besparen, teeken ik hier nog aan, dat ik vruchteloos eene dergelijke blaauwe kleuring der gangliencellen beproefd heb door de oplossing van berlijnsch blaauw in oxalzuur, alsmede door de opvolgende inwerking der oplossingen van bloedloogzout en van zwavelzuur ijzeroxyd.

len met de Haversche kanalen en van deze met de merg- holte (1).

Echter gelukt het langs dien weg slechts een klein gedeelte der beencellen en zeer zelden ook eenige harer stralen te vullen, daar de lucht, die daarin bevat is, eerst moet teruggedrongen worden en derhalve zamengeperst wordt. Beter voldoet in dit opzigt de methode, waarvan ik reeds voor drie jaren een kort berigt gaf (z. *Het Mikroskoop* IV, ook uitgegeven onder den titel van *Mikroskopische voorwerpen uit beide organische rijken*, 1854, bl. 286), en welke ik hier volledigheidshalve nog vermeld. Zij is ook van eene uitgebreidere toepassing, daar zij veroorlooft alle met lucht gevulde holten, van beenderen, tanden, de tracheën der insecten, de tusschencellige kanalen der planten, enzv. op gelijke wijze met een gekleurd vocht te vullen. Deze handelwijze bestaat, wat de hoofdzaak betreft, in plaatsing van het voorwerp in een gekleurd vocht onder de klok der lucht-pomp, en daarop volgende verwijdering van de lucht uit de klok en weder instrooming daarvan, waarbij dan het gekleurde vocht in de vroeger met lucht gevulde holten dringt. Het is mij echter gebleken, dat deze methode niet gelukt, tenzij men daarbij eenige voorzorgen in acht neme. Het gebezigde vocht moet eene zeer donkere kleur bezitten, zonder daarin zwevende kleurdeeltjes. De stralen der beencellen, de uiteinden der tandkanaaltjes, die der tracheën van insecten zijn veel dunner en fijner dan de dunste haarvaten waardoor het bloed stroomt, zoodat een gekleurd vocht, dat

(1) Deze en de overige boven genoemde methoden worden door Gerlach medegedeeld in de dit jaar te Bonn gehouden Vergadering van Duitsche Natuur- en Geneeskundigen. Ik had toen tevens gelegenheid de door hem medegebragte praeparaten te zien.

nog voor dezen geheel voldoende is, veel te bleek is voor het hier beoogde doel. De oplossingen van karmijn in ammoniak en van berlijnsch blaauw in oxalzuur zijn de eenige mij bekende waterige vloeistoffen, die genoegzaam sterk gekleurd zijn om nog in zoo fijne kanaaltjes zigtbaar te wezen. Bij mijne eerste proeven maakte ik daarvan gebruik. Doch toen bleek het dat door deze beide vochten, bij het noodwendig lange verblijf der voorwerpen daarin, ook de tuschenzelfstandigheid gekleurd wordt. Vermoedelijk zal zulks met alle waterige vochten in meerdere of mindere mate het geval zijn, en het is daarom dat ik later een aftreksel van Alkannawortel in terpenthijnolie gebezigd heb. Om deze echter donker genoeg te kleuren is het niet voldoende eene overmaat van fijngestooten Alkannawortel gedurende eenige dagen met terpenthijnolie te doen trekken, men moet bovendien het gefiltreerde aftreksel nog op een zand- of waterbad indikken. Zulke gekleurde terpenthijnolie dringt nu alleen in de opene holten, zonder het overige weefsel te kleuren. Ten einde echter de lucht uit de fijne kanaaltjes geheel te verwijderen, moet het voorwerp in het gekleurde vocht gedurende verscheidene dagen onder de luchtledig gepompte klok gehouden worden, daar de lucht, die in zulke kleine holten bevat is, daaruit zeer moeijelijk geheel uittreedt. Been- en tandplaatjes in zulk een vocht geplaatst in eene ruimte, waar de luchtdrukking slechts 4 millim. bedroeg en in dien toestand gedurende drie dagen gehouden werd, door van tijd tot tijd eenige slagen aan de luchtpomp te doen, bleken bij onderzoek nog eenige lucht te bevatten. Door een verblijf van vier of vijf dagen daarin kan echter alle lucht verwijderd en door het gekleurde vocht vervangen worden.

Doch ofschoon op die wijze eene volledige opvulling der

holten en kanalen mogelijk is, zoo hebben de aldus vervaardigde praeparaten een nadeel, waarvan die, welke volgens de boven vermelde Gerlachsche methode zijn bereid, vrij zijn. Zij kunnen namelijk niet gelijk deze in canadabalsem bewaard worden, daar zij hierin zich weldra ontkleuren.

Men moet trouwens erkennen, dat deze opvulling met een gekleurd vocht eigenlijk alleen dienen kan om het werkelijk bestaan van holten te bewijzen, maar niet om de fijne kanaaltjes zigtbaar te maken, die het best waarneembaar zijn als zij lucht bevatten, welke, door hare zwarte kleur bij doorvallend licht, elk ander kleurend middel verre overtreft, vooral wanneer men die zwarte kleur nog scherper doet te voorschijn treden door de plaatsing van het voorwerp in eenig dik vloeijend vocht, dat het licht sterk breekt, gelijk glycerine of nog beter in verwarmden en daarna weder bekoelden canadabalsem.

56. Bij het onderzoek van minerale stoffen, rotssoorten, enzv., die de overblijfselen van kleine organismen bevatten, gelijk Entomostraceën, Foraminiferen, Diatomeën, enzv., is het noodig deze vooraf tot poeder te brengen. Geschiedt zulks echter door fijnstooting in een mortier of door afschraping met een mes of langs eenigen anderen werktuigelijken weg, dan loopt men groot gevaar de teedere kalk- of kiezelschalen tevens te verbrijzelen. Dit voorkomt men door de volgende handelwijze, welke ik het eerst door Jhr. A. G. W. van Riemsdijk heb leeren kennen, en waarvan ik reeds meermalen met het beste gevolg gebruik heb gemaakt.

In eene zekere hoeveelheid kokend water wordt zooveel zwavelzure soda opgelost als het water vermag optenemen. Vervolgens werpt men er de stukken steen in en laat de op-

lossing langzaam en rustig bekoelen. Is de steensoort genoegzaam poreus, zoodat er vocht in vermag doortedringen, dan zal, bij de later volgende kristalisatie, de zamenhang verbroken worden en de steen geheel of ten deele tot poeder uiteen vallen. Dit poeder, dat dan nog uit grovere en fijnere deelen bestaat, kan dan vervolgens door slibbing met water nog in verschillende gedeelten van ongelijke fijnheid gesplitst worden, waarin zich dan de organische overblijfselen, al naar gelang van hun onderscheiden specifiek gewigt verzamelen en gemakkelijk terug gevonden kunnen worden, na de uitbreiding met een penseel op een glasplaatje en bedekking van het gedroogde praeparaat met canadabalsem.

Wanneer men zulk poeder bewaren wil, doet men best het nog vochtig in een goed gesloten fleschje met spiritus te overgieten, daar het bij de drooging weder zamenbakt en in water gehouden aan schimmelvorming bloot staat.

37. Het getal der mikrotomen, bestemd om dunne doorsneden te vervaardigen, waarvan ik er vroeger reeds verscheidene vermeldde (*Het Mikroskoop* III bl. 437), is wederom met een vermeerderd. Welcker (1) heeft namelijk een zoodanig werktuig beschreven, dat eigenlijk een vereenvoudigde vorm van den mikrotoom van Oschatz is.

Zulke snijwerktuigen zijn echter voor het wetenschappelijk mikroskopisch onderzoek van te weinig belang om er lang bij stil te staan en, hoewel gaarne erkennende, dat de Welckersche inrigting vooral door hare eenvoudigheid eenige voordeelen boven andere dergelijke heeft, zoo achten wij het hier voldoende den lezer, die daarmede nader mogt willen be-

---

(1) *Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte* s. 33,

kend worden naar de door hem gegeven beschrijving en afbeelding te verwijzen (1).

58. Voor het doel om ondiepe cirkelronde bakjes van vernis te maken en tevens ronde dekplaatjes te snijden is door Hogg (2) een kleine toestel beschreven, welke zeer wel tot deze en dergelijke oogmerken dienen kan. Op eene houten plaat (z. fig. 54 pl. I) kunnen twee ronde schijven elk om eene as draaijen. In eene groeve aan den rand van elk loopt een snoer zonder einde, waardoor beide schijven verbonden zijn. De eene is voorzien van een handvatsel. Wordt dit rond bewogen, dan draait ook de andere schijf. Op deze zijn een paar klemmen aangebragt, waarmede het glasplaatje bevestigd wordt. Hierop kan nu met een penseel,

(1) Slechts in één geval schijnt mij de aanwending van zulk eene werktuigljke inrigting tot het vervaardigen van doorsneden eene wetenschappelijke beteekenis te hebben, namelijk tot het bepalen ven het getal van zulke elementaire deelen, die te midden van andere in een weefsel verspreid liggen. Daartoe is het noodig met groote naauwkeurigheid de dikte van de gemaakte doorsnede te kennen, en dit kan alleen door het gebruik van zulk een werktuig bereikt worden. Het behoort echter dan ook voorzien te zijn van eene fijne mikrometerschroef, die het voorwerp boven het oppervlak der tafel brengt, met eene verdeelde wijzerplaat als knop, terwijl het bovendien dan ook noodig is, dat het mes niet vrij met de hand maar in eene daarvoor bestemde sleuf gevoerd worde, zoodat alle de doorsneden juist de dikte hebben, die door den wijzer, waarlangs zich de verdeelde plaat beweegt, wordt aangewezen. Als voorbeeld eener nuttige toepassing, die door een zoo ingerigt werktuig, in verband met de boven (bl. 128) geschetste methode, waardoor het gezigtsveld in ruitjes wordt verdeeld, mogelijk wordt gemaakt, noem ik de bepaling van het getal der ganglieneellen in de onderscheiden gedeelten van het ruggemerg, nadat dit vooraf in chromzuur of in alkohol verhard is. Eene opvolgende drukking om de doorsnede doorschijnend te maken, schaadt in dit geval niet, daar hierdoor alleen de ganglieneellen, die vroeger iets hooger of iets lager gelegen waren, in hetzelfde vlak gebragt worden.

(2) *The Microscope, its history, construction, and applications.* Londen, 1854 p, 71.

gedoopt in vernis of in eene andere daarvoor geschikte stof, een kring getrokken worden van willekeurige grootte en breedte, of met een diamant een rond dekplaatje worden uitgesneden.

Tot dit laatsgenoemde doel kan met bijna even goed gevolg de eenvoudiger methode van Beale (1) gebezigd worden. Deze wendt daartoe een koperen ring aan, b. v. een gewone gordijnring, waaraan ter weerszijden (z. fig. 51 pl. I) twee koperdraden gesoldeerd zijn om als aanvatsels te dienen. De ring wordt op het glas gelegd en dan twee vingers op de aanvatsels gehouden, terwijl de andere hand met eenen schrijfdiamant langs de binnenzijde een kring trekt. Dan trekt men van uit den rand des krings eenige straalsgewijze streepen en breekt de daartusschen begrepen glasstukjes af.

Natuurlijk kan men met dergelijke ringen van verschillende grootte ook dekplaatjes van onderscheiden grootte vervaardigen. Door den ring in den eenen doormeter iets zamentedrukken kan men ook elliptische plaatjes bekomen.

Beale heeft ook de volgende handelwijze ter vervaardiging van zeer ondiepe glasbakjes aanbevolen. Zij berust op de omstandigheid, dat eene barst zich niet voortzet in een stukje zeer dun glas, wanneer dit met zeelijm op eene vaste oppervlakte is bevestigd. De barst breidt zich dan uit tot aan de zeelijm, maar niet verder. Men plakt met zeelijm een stukje dun dekglas op een dier dikke glasringen, welke tegenwoordig in den handel te bekomen zijn en tot daarstelling van diepere bakjes gebezigd worden. Daarop maakt men met eene vijl een gat in het middengedeelte van het

(1) *Quart. Journ.* 1852 I p. 55.

dekplaatje, en vergroot dit tot dat het zoo groot is als dat in den glazen ring. Vervolgens verwarmt men de zeelijm eenige oogenblikken, totdat het verband loslaat en plakt dan dadelijk het verkregen ondiepe glasbakje op een voorwerpplaatje.

Vroeger (*Het Mikroskoop* II bl. 124) heb ik verschillende door mij gebezigde handelwijzen beschreven, die tot vervaardiging van bakjes uit glas, caoutchouc of gutta-percha, kunnen strekken. Tegenwoordig bedien ik mij daartoe bijna uitsluitend van gutta-perchaplaten, die men in allerlei dikten in den handel bekomen kan. Deze zijn echter dikwijls niet onmiddelijk tot daarstelling van bakjes bruikbaar, omdat de gutta-percha, na eenigen tijd aan de lucht gelegen te hebben, schilferig en broos wordt. Is dit het geval, dan kan men dit gebrek echter herstellen door dompeling in kokend water, waardoor de gutta-percha hare oude lenigheid weder verkrijgt. Het best gaat men op de volgende wijze te werk.

Uit de gutta-perchaplaat wordt met eene schaar een langwerpig vierkant stukje geknipt, dat iets minder breed is dan het glasplaatje, hetwelk tot onderlaag moet dienen. Dit stukje gutta-percha dompelt men even in kokend water, legt het vervolgens, nog nat zijnde, op de platte desgelijks nat gemaakte oppervlakte van een stuk hout en slaat er nu met een hamer en eenen hollen beitel, waarvan de doorsnede een cirkel of een ellips is, het middenstuk uit. Daarop wordt de aldus verkregen gutta-percharing, die op zijn smalste gedeelte 3 tot 4 millim. breed behoort te zijn, nogmaals in kokend water gedompeld, vervolgens aan de onderzijde snel doch zorgvuldig afgedroogd, zoodat er zich daar geen spoor van water meer bevindt, en nu nog warm en tamelijk week zijnde op het glasplaatje gelegd, dat daarvoor bestemd is. Met eene andere vlakke, met water bevochtigde glasplaat wordt

dan op de bovenvlakte gedurende eenige oogenblikken eene gelijkmatige drukking uitgeoefend, en het bakje is gereed, daar de drooge, warme gutta-percha van zelf zich op de mede drooge oppervlakte van het onderste glasplaatje vasthecht, iets dat men zoo noodig nog bevorderen kan door eene geringe verwarming boven eene alkohollamp.

Zulke gutta-perchabakjes, waarvan men er vele binnen een kort tijdsbestek vervaardigen kan, hebben nagenoeg even vlakke randen als de veel duurdere glazen ringen en voldoen even goed aan het oogmerk, waartoe zij bestemd zijn, als deze.

Welcker (1) gebruikt, in de plaats van bakjes, eene tusschenlaag van was, van verschillende dikte, al naar gelang van die des voorwerps. Hij bezigt daartoe een dun wasrolletje, dat aan het einde beitelvormig is afgesneden, en verwarmt dit even in eene alkoholvlam, zoodat het was langzaam, zonder droppelvorming afvloeit op de vier hoeken der ondervlakte van het te bezigen dekplaatje en daar als het ware vier voetjes vormt. Wordt dan vervolgens het dekplaatje op het voorwerp gelegd, dat zich op een glasplaatje in een waterig bewaarvocht bevindt, en aangedrukt, totdat de ondervlakte het laatste raakt, of iets meer, zoo het noodig is, dan breidt zich tevens het was eenigzins uit, en vloeit het overtollige bewaarvocht weg. Werkelijk kan dit eenvoudig hulpmiddel in vele gevallen de verschillende soorten van bakjes met goed gevolg vervangen, althans wanneer eene te groote dikte der praeparaten, gelijk b. v. bij die der meeste geinjicieerde weefsels, welke in vochtigen toestand bewaard worden, zulks niet verhindert.

---

(1) *Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objecte* s. 33.

38. Als *bewaarvochten* heeft men in de laatste jaren er eenige nieuwe aanbevolen, die hier kortelijk vermeld moeten worden, ofschoon ik niet over alle uit eigen ervaring kan oordeelen.

De *glycerine*, die trouwens reeds vóór 1850 door Warrington was aanbevolen, is sedert door velen en ook door mij tot bewaring van onderscheidene dierlijke en plantaardige weefsels aangewend. Natuurlijk behoort zij zoo zuiver mogelijk en kleurloos te zijn. Zij kan als zoodanig of verdund met een of twee deelen water worden aangewend. Het laatste is in de meeste gevallen verkieslijk, daar de zuivere glycerine te sterk lichtbrekend is, en daardoor de randen der daarin bewaarde voorwerpen te bleek worden, tenzij het bevorderen van de doorschijnendheid van het voorwerp tevens bedoeld wordt.

Zij kan gebezigd worden voor plantenvoorwerpen, ofschoon ik de voorkeur geef aan de chlorcalcium-oplossing, omdat in de glycerine de cellen altijd bruin gekleurd worden. Alleen voor amylumkorrels en amylum houdende weefsels voldoet de glycerine beter, omdat chlorcalcium de korrels te veel doet zwellen.

Onder de dierlijke weefsels zijn het vooral de primitiefbundels der spieren, die zich in glycerine voortreffelijk houden. Ook kraakbeen, hoornweefsel, tracheën van insekten ondergaan daarin weinig of geen verandering. Voor been- en tandpraeparaten staat de glycerine gelijk met de chlorcalcium-oplossing. Beide zijn zeer voldoende om de algemeene structuur der tusschenzelfstandigheid zigtbaar te maken, maar na verloop van tijd dringt het vocht in meerdere of mindere mate in de holten der fijne kanalen, die daardoor moeijelijker waarneembaar worden. Aan dit gebrek leiden de in

verwarmden canadabalsem gebragte en daarop met een glasplaatje bedekte geslepen doorsneden van been of tand niet, mits de balsem dadelijk na de bekoeling stolt en ophoudt vloeibaar te zijn. Dan blijven alle de met lucht gevulde holten en kanalen voortaan onveranderd. Daarentegen is de tusschenzelfstandigheid in zulke praeparaten te doorschijnend geworden. Men zal derhalve wel doen van zulke voorwerpen tweederlei praeparaten te vervaardigen en de eene in canadabalsem, de andere in chlorcalcium of in glycerine te bewaren. Beide reeksen vullen dan elkander aan.

Alle lijmgevende weefsels worden in glycerine zeer doorschijnend, zoodat deze zelfstandigheid voor het onveranderd bewaren van bindweefsel, pees- en bandweefsel minder geschikt is dan de oplossing van arsenigzuur. Doch juist door die doorschijnendheid komen de zich daarin verbreidende elastische vezelen en cellen duidelijker te voorschijn, hetgeen wederom in sommige gevallen voordeelig is.

Voor zenuwpraeparaten kan de glycerine niet worden aangewend, dan alleen ter bevochtiging van doorsneden die vervaardigd zijn van het in spiritus verharde en daarop aan de lucht gedroogde ruggemerg. Zulke doorsneden kunnen zeer dun gemaakt worden en, met glycerine weder opgeweekt, dienen voor een algemeen overzigt van het maaksel des ruggemergs en van de betrekkelijke ligging der onderscheidene elementaire deelen, gangliencellen, vezelen enzv.

De oplossing van *waterglas* in water, het verkeerdelijk zoogenaamde *waterglasvernis*, is eerst voor korten tijd als bewaarmiddel in gebruik gekomen, voor zoo ver ik weet, het eerst door Welcker (1), die daarop door Phöbus was aandachtig gemaakt.

---

(1) *Ueber die Aufbewahrung*, etc. s. 20.

Mijne eigene ervaring daaromtrent is nog te kort om er een afdoend oordeel over uittespreken. Ook komen, onder den algemeenen naam van waterglas, verschillende produkten in den handel voor, die niet dezelfde scheikundige zamenstelling hebben en ook wel eene verschillende waarde als bewaarmiddel voor mikroskopische voorwerpen zullen bezitten. Echter betwijfel ik of het wel bestemd is, om eenig der reeds vroeger in gebruik zijnde bewaarmiddelen te vervangen. Wel is waar kan het op eene dergelijke wijze gebruikt worden als canadabalsem, namelijk als siroopdikke oplossing, die verdampende eene dunne glaslaag achterlaat, waarin dan het voorwerp besloten ligt, doch het getal der daarvoor geschikte voorwerpen is gering, en zij die zulks zijn, gelijk been- tand- schelppraeparaten enzv., vertoonen de meeste bijzonderheden van hun maaksel ruim zoo goed in canadabalsem of in chlorcalcium. Hier komt bij, dat, door de verdamping onder het dekplaatje, ledige, met lucht gevulde ruimten ontstaan, iets waarvoor men bij den zich dadelijk bij de bekoeling verhardenden canadabalsem en bij de steeds vloeibaar blijvende chlorcalciumoplossing niet te vrezen heeft. Doorsneden van planten en weeke weefsels van dieren kunnen alleen in meer verdunde oplossingen bewaard worden en vorderen derhalve het bestrijken der randen van het dekplaatje met een lutum. De eerste echter houden zich beter in chlorcalcium, alleen wederom met uitzondering der amylumkorrels, en, wat de laatste betreft, zoo is het alleen het pees- en bindweefsel, waarvoor zich zulk eene verdunde waterglasoplossing als een bijzonder goed bewaarmiddel betoond heeft. De overige zachte weefsels lijden daarin alle in meerderen of minderen graad, althans meer dan in de oplossing van arsenigzuur.

Omtrent de volgende bewaarmiddelen ontbreekt mij alle eigen ondervinding.

Deane (1) beval tweederlei mengsels aan voor het bewaren van plantaardige en dierlijke weefsels, voor kleine dieren enzv. Het eerste bestaat uit 6 onsen witte gelatine, 9 onsen honig, een weinig alkohol en eenige droppels kreosoot. Dit mengsel wordt, nog warm zijnde, gefiltreerd.

Het tweede mengsel bestaat uit 4 onsen glycerine, 2 onsen gedisteleerd water en 1 ons gelatine. De gelatine wordt eerst in het water bij warmte opgelost en er daarop de glycerine onder gemengd.

Topping (2) bezigt een mengsel van 1 deel absoluten alkohol en 5 deelen water. Waar teedere kleuren moeten bewaard blijven, geeft hij de voorkeur aan eene oplossing van 1 deel *acetas aluminae* in 4 deelen gedistelleerd water.

59. In de plaats van het vroeger door mij gebezigd lutum ter afsluiting der praeparaten (z. *Het Mikroskoop* II bl. 353), maak ik sedert een viertal jaren gebruik van een ander, dat, voor het minst, even goed afsluit, gemakkelijker te vervaardigen is en zich bovendien door zijne kleur aanbeveelt. Het is het in Engeland vrij algemeen tot hetzelfde doel aangewende zwarte vuurlak, waarmede de verlakkers den zwarten ondergrond op blik daarstellen, en dat men bij hen bekomen kan. Het is eene vloeistof, die echter in den vorm, waarin de verlakkers haar aanwenden, te dun is, om als lutum voor mikroskopische praeparaten te dienen. Daartoe moet zij bij eene zachte warmte worden ingedikt,

(1) Hogg, *The Microscope*, etc. p. 75.
(2) Ibid. p. 88.

totdat zij, bij de gewone luchttemperatuur, de dikte van siroop heeft. Mogt de verdamping al te ver zijn voortgezet, zoodat zij te dik vloeibaar is geworden, dan kan men dit verhelpen door bijvoeging van een weinig terpenthijnolie.

Ofschoon dit lutum zeer goed voldoet, zoo was het echter niet geheel overbodig ook het waterglas tot hetzelfde einde te beproeven. Dit is echter, op zich zelve gebezigd, weinig geschikt om als afsluitingsmiddel te dienen voor praeparaten, die in een waterig bewaarvocht worden gehouden, omdat het, na de verharding aan de lucht eene soort van verweêring ondergaat en bovendien zich in water wel is waar moeijelijk maar toch allengs weder oplost. Iets beter geschikt is een mengsel van waterglas-oplossing met zinkwit of eenig ander metaaloxyd, maar dit moet telkens versch bereid worden, daar het gevormde silicaat spoedig verhardt. Ik geloof derhalve niet, dat men van het waterglas hier veel dienst verwachten mag, evenmin als tot het vervaardigen en bevestigen van glazen bakjes, waartoe trouwens de daarvoor reeds lang gebruikelijke zeelijm of de vroeger door mij (*Het Mikroskoop* II bl. 125) beschreven gutta-perchalijm volkomen geschikt zijn. Alleen voor zulke praeparaten, die men in terpenthijn of olieën mogt wenschen te bewaren, kan het waterglas, als daartegen beter bestand zijnde, in aanmerking komen.

Nog stip ik hier aan, dat het mij in den laatsten tijd meer en meer twijfelachtig is geworden, of het wel raadzaam is die praeparaten, welke met een lutum zijn afgesloten, met papier te overplakken. Door den afwisselenden warmte- en vochtigheidstoestand van de lucht moet het papier tijdelijk krimpen en zwellen, zoodat het dan eens meer, dan eens minder op het dekglas drukt, en door die gedurige bewegingen kan ligtelijk een lek in het lutum ontstaan. Ik

vermoed althans, dat dit de hoofdoorzaak is, waarom sommige aldus met papier overplakte praeparaten, die zich jaren lang onveranderd hebben gehouden, toch nog eindigen met te verdroogen. Worden de praeparaten niet overplakt, dan heeft men bovendien gelegenheid als voorzorgsmaatregel van tijd tot tijd een nieuw laagje lutum over het oude te strijken.

Aanbeveling verdient daarentegen het door Welcker gebezigde middel om de op glasplaatjes bewaarde praeparaten voor drukking te beschermen, door ter weêrszijden op 4 of 5 millim. afstand van het dekplaatje een glasstrookje van een paar millim. breedte te plakken. Aldus ingerigt kunnen de praeparaatglaasjes opeengestapeld en verzonden worden zonder gevaar voor de dekplaatjes en de daaronder gelegen voorwerpen.

40. Eene vraag, welker beantwoording in den laatsten tijd een eigen belang heeft verkregen, is die aangaande de grootte en gedaante van de voor praeparaten bestemde glasplaatjes. Niet alleen toch zijn er tegenwoordig velen (1) die zich met de vervaardiging van zulke praeparaten als handelsartikelen bezig houden, maar er zijn ook Vereenigingen tot stand gekomen, die zich onder anderen ook het maken van verzamelingen van mikroskopische voorwerpen door onderlingen ruil ten doel hebben gesteld. Zulke vereenigingen zijn de *Microscopical Society* te Londen, het *Verein für Mikroskopie* te Frankfort, en andere dergelijke te Giessen, te Dresden en te Leipzig.

Daar het nu in eene goed geordende verzameling netheids-

---

(1) De meest bekende zijn Bourgogne te Parijs, Samuel Stevens, Charles Tomkins, James Tonnant, J. F. Norman, allen te Londen, Engell & Co. te Wabern bij Bern.

halve wenschelijk is, dat alle de praeparaten op glasplaatjes van gelijke grootte en gedaante bewaard worden, zoo heeft men de vraag opgeworpen: welke de meest gepaste grootte en gedaante voor zulke glasplaatjes is? Het antwoord op deze vraag beweegt zich echter noodzakelijk binnen tamelijk wijde grenzen, en daarom zal hij, die reeds eenige praeparaten verzameld heeft, zeer geneigd zijn aan de door hem tot daartoe gebezigde glasplaatjes de voorkeur te geven, zoodat het te vreezen staat, dat men zich hieromtrent even weinig algemeen verstaan zal, als omtrent de eenheid van maten en gewigten, voor welker wenschelijkheid nog vrij wat deugdelijker gronden kunnen worden aangevoerd dan voor eene geheele gelijkvormigheid der praeparaten in de laden van een mikroskopisch kabinet.

De *Microscopical Society* heeft als standaardmaten der door de leden te gebruiken glasplaatjes gekozen 3 E. duimen (72 millim.) lengte en 1 duim (24 millim.) breedte. Slechts iets kleiner, namelijk 66 millim. lang en 22 millim. breed, zijn de glasplaatjes waarop ik verscheidene duizende praeparaten heb bewaard. In beide gevallen staat dus de breedte tot de lengte als 1 : 3. Deze vorm is gekozen, om, wanneer het middengedeelte door het praeparaat, bedekt met zijn vierkant dekplaatje, is ingenomen, nog ter weêrszijde eene even groote plaats voor de etiquette en het nommer open te houden.

Eene geheel andere verhouding tusschen breedte en lengte hebben de dekplaatjes die door het *Verein* te Giessen zijn aanbevolen. Hunne lengte is slechts 48 millim. (1), hunne breedte daarentegen 28 millim., zoodat de verhouding van

(1) De eerst voorgeschreven lengte bedroeg nog minder, namelijk 37 millim. Daarvan is men later terug gekomen.

lengte en breedte dus ongeveer 1 : 1,7 is. Het hoofdvoordeel van deze gedaante is, dat zulke plaatjes op de voorwerptafel van een mikroskoop, mits deze niet al te klein is, kunnen worden rondgedraaid. Uit hoofde der grootere breedte is er echter nog ruimte genoeg om ter zijde van het praeparaat met een schrijfdiamant of met inkt op een daarop geplakt stukje papier datgene te schrijven wat noodig is voor de herkenning, en daar ook de Vereenigingen te Dresden en te Leipzig zich bereid hebben verklaard dit formaat voortaan aantenemen, zoo laat het zich voorzien, dat het althans in Duitschland tamelijk algemeen zal worden.

41. Van eenig meerder gewigt dan de conventioneele gedaante der glasplaatjes is het kennen van een gemakkelijk aanwendbaar en algemeen toepasselijk middel, om spoedig en met zekerheid eenig klein voorwerp of een gedeelte daarvan in eenig vroeger vervaardigd praeparaat te kunnen terugvinden. Zulk een middel is nuttig eensdeels bij het maken van aanteekeningen in den catalogus, die bij elke verzameling behoort te worden aangehouden, anderdeels ten einde bij het verzenden van een praeparaat aan eenen anderen met juistheid de plaats aanteduiden, waar het voorwerp ligt, waarop men de aandacht in het bijzonder vestigen wil.

Alvorens de handelwijze te beschrijven, waarvan ik mij sedert eenigen tijd bedien, en die uiterst eenvoudig en gemakkelijk aanwendbaar is, vordert mijn pligt als geschiedschrijver te gewagen van de talrijke daartoe strekkende inrigtingen, die in den loop van slechts vier jaren, daartoe in Engeland en Noord-Amerika zijn uitgedacht, en den naam van *Indicators* of *Vinders* ontvangen hebben.

De eerste, door Tyrrell (1) aangegeven, bestaat uit een houten of ivoren plaatje, waarop twee andere plaatjes langs een der lengte- en der breedte- zijden bevestigd zijn, in dier voege dat de overblijvende ruimte juist beantwoordt aan de grootte van een voorwerpplaatje. In het grootere of onderste plaatje is eene vierkante opening, en op het langste der beide bovenste plaatjes is eene verdeeling in vijftigste deelen van den E. duim, juist overeenkomende met de lengte der vierkante opening. Bij het gebruik wordt het glasplaatje met het praeparaat in de opene ruimte gelegd. Is eenig voorwerp in het gezigtsveld, waarvan men de plaats wenscht te bepalen, dan wordt de beweegbare voorwerptafel naar den waarnemer toe bewogen, totdat de verdeelde schaal in het gezigtsveld is, en dan de verdeeling, die op de plaats van het voorwerp gekomen is, afgelezen.

Deze handelwijze is derhalve alleen toepasselijk op zulke mikroskopen, die van eene door schroeven beweegbare voorwerptafel voorzien zijn. Ook geeft zij alleen de lijn aan, waarin het voorwerp ligt, dat dan verders door de daarop loodregte beweging der voorwerptafel allengs in het gezigtsveld gebragt en terug gevonden wordt.

Kort daarop beschreef Wright (2) eene dergelijke inrigting, doch waarbij de verdeelde schaal op de voorwerptafel zelve is aangebragt. Zijne hoofdverbetering bestaat echter daarin, dat hij niet eene enkele maar twee loodregte, op elkander staande schalen gebruikt, zoodat derhalve de plaats der voorwerpen op gelijke wijze wordt aangeduidt als die van eenig punt op eene landkaart door de meridianen en paralellen, welke de lengte en breedte aangeven.

(1) *Quart. Journ.* 1853 III p. 234.
(2) *Quart. Journ.* 1853 p. 301.

Hetzelfde doel trachtte ongeveer te gelijker tijd Amyot (1) te bereiken, door een soort van ivoren wijzer, welke om eene spil draait, en waarvan het eene einde eene verdeelde schaal draagt, terwijl het andere spits toeloopende uiteinde zich langs eene tweede, doch gebogen schaal beweegt.

Ook de door Okeden (2) beschreven en door Brodie uitgedachte indicator komt in de hoofdzaak met die van Wright overeen.

Eenen geheel anderen weg sloeg Bridgman in. In 1855 beschreef hij (3) een eigen toestel, die aan het objectief-stelsel kan worden bevestigd, waaraan zich een klein diamantje bevindt, dat juist onder de voorste lens en dus boven het voorwerp kan worden gebragt. Door het mikroskoop dan naar beneden te brengen, totdat de diamant het voorwerpplaatje raakt en dan het objectief rond te draaijen, wordt een klein kringetje, juist boven de plaats van het voorwerp, getrokken. Het is echter niet te verwachten, dat deze inrigting, uit hoofde harer kostbaarheid, anders dan door hen die proefvoorwerpen vervaardigen en daarin handel drijven, in praktisch gebruik zal komen. Zij heeft echter boven de vorige een niet onbelangrijk voordeel vooruit, namelijk, dat zij voor alle mikroskopen de juiste plaats van het voorwerp aanwijst, terwijl de boven beschrevene slechts die plaats bepalen voor het werktuig, waarmede de plaatsbepaling geschied is.

Juist dit gebrek deed Bailey (4) eene inrigting uitdenken, waaraan hij den naam van *universelen indicator* gaf.

---

(1) *Quart. Journ.* IV. p. 303.
(2) *Quart. Journ.* 1855 X. p. 169.
(3) *Quart. Journ.* XI, p. 237.
(4) *Quart. Journ.* 1855 XIII p. 55.

In de hoofdzaak komt zijne verbetering hierop neder, dat op dezelfde plaat, waarop zich de horizontale en de vertikale verdeelingen bevinden, tevens twee elkander kruisende lijnen zijn aangebragt, waarvan het kruisingspunt eerst in het midden van het veld moet worden gebragt. (Z. fig. 55 pl. I op de helft der grootte). Ten einde echter daarbij den toegang van het licht niet aftesluiten, is dit kruis getrokken op een juist in de opening passend stukje papier *o*, dat, langs drie randen losgeknipt, terug kan worden geslagen, nadat de plaat behoorlijk geëentreerd is, of wel met een diamant op een glasplaatje, dat in de opening sluit. Zijn nu de in 50[ste] deelen van den E. duim verdeelde schalen op staal, koper of steen gegraveerd, dan kunnen daarvan gelijke afdrukken gemaakt worden op papier, en elk die zulk een afdruk heeft, kan dan gemakkelijk met zijn mikroskoop het voorwerp terug vinden, waarvan met eenen anderen, maar gelijken indicator de plaats eenmaal bepaald is. Om dit met meer juistheid te doen, trekt B a i l e y op het glas van de voorwerpplaat met eenen diamant nog lijnen, eene overlangs (alleen het middengedeelte, waar het voorwerp komt, open latende) en twee andere nabij de uiteinden, die de eerste regthoekig snijden. Deze lijnen worden dan, in plaats van de randen der voorwerpplaat, in aanraking met de verdeelingen gebragt, die de plaats van het voorwerp aanduiden.

Iets later (1) beschreef A m y o t eene inrigting, die in de hoofdzaak met die van B a i l e y overeenstemt. Alleenlijk gebruikt hij als middenstuk een rond beenen schijfje, dat juist in het middelpunt eene zeer kleine opening heeft, die

(1) *Quart. Journ.* 1855 XIV p. 152.

in het centrum van het veld wordt gebragt, waarna het schijfje, dat van een klein stiftje om het te vatten voorzien is, verwijderd wordt. Overigens beschouwt hij de met een diamant op de voorwerpplaten getrokken lijnen als overbodig.

Door de Londensche *Microscopical Society* werd eene commissie benoemd, aan welke was opgedragen een onderzoek te doen naar den besten vorm van indicator voor het vinden van mikroskopische voorwerpen. Deze commissie bestond uit de H.H. Jackson, Brooke en Wenham. Zij bragt den 25sten Junij 1856 haar rapport uit, waarin tevens een eenigzins gewijzigde indicator beschreven was, die in fig. 52 pl. I op de helft der grootte, met weglating der fijnste verdeelingen, staat afgebeeld. Fig. 52 *aaa* is een raampje, gemaakt van metaal of van hout, drie en een vierde E. duim lang en anderhalf duim breed. Aan de buitenzijde is een verheven rand van een vierde duim breed, waartusschen de glasplaat met het praeparaat gelegd wordt. In het midden is eene opening van een duim in doormeter. Ter linkerzijde is een vierkant koperen plaatje, zoo hoog boven het bovenvlak van het raam verheven, dat daaronder een praeparaatplaatje van gewone dikte kan geschoven worden. Op dit koperen plaatje is de verdeeling aangebragt, bestaande uit elkander regthoekig kruisende lijnen, op afstanden van een vijftigste E. duim. De middelste lijnen zijn iets dikker dan de overige.

Bij het gebruik wordt nu eerst een glasplaatje van de gewone grootte der voorwerpplaatjes, en in het midden voorzien van een met een diamant getrokken kruis, in het raam gelegd en onder de verdeelde koperplaat geschoven tot het tegen den boven- en zijrand stuit. Nu wordt het kruisingspunt in het midden van het gezigtsveld gebragt. Tot

aanwijzing der verdeelingen dient een wijzer. Deze is niets dan een hoefijzersgewijs omgebogen koperen strook, die aan het eene einde in een fijne spits uitloopt, en aan het andere eene schroef heeft, waarmede hij onder de voorwerptafel kan worden bevestigd. De fijne spits wordt nu zoo gesteld, dat zij juist boven het kruisingspunt der dikkere lijnen op de verdeelde schaal is. Nu wordt het eerst gebruikte glasplaatje verwisseld met dat waarop zich het voorwerp bevindt, waarvan men de plaats wenscht te bepalen. Ook dit wordt zoo in het raam gelegd, dat het tegen de boven- en zijranden van het raam onder de koperen plaat stuit, en nu het voorwerp, door beweging van het geheele raam, in het gezigtsveld gebragt. Daar intusschen de spits des wijzers op dezelfde plaats is gebleven, zoo zal men op de schaal de beide cijfers kunnen aflezen, die aanduiden hoever men het raam in de beide loodregte rigtingen heeft moeten bewegen, om het voorwerp in het midden van het veld te brengen.

Later heeft nog Edwards (1) twee dergelijke doch wederom eenigzins verschillende inrigtingen beschreven, die iets eenvoudiger dan de vorige zijn en eindelijk gaf ook nieuwlings Bridgman (2) de beschrijving van eene iets verschillende, doch aan hetzelfde doel beantwoordende handelwijze, waartoe een wijzer aan het ligchaam van het mikroskoop is gehecht, die zich langs eene verdeelde schaal kan bewegen.

Uit dit overzigt, dat opzettelijk zoo beknopt mogelijk is gemaakt, ten einde niet in eene menigte van herhalingen te vervallen, blijkt dat zelden een onderwerp in een even kort

(1) *Quart. Journ.* 1857 XX p. 200.
(2) *Quart. Journ.* XX p. 206.

tijdsbestek de aandacht van zoo velen getrokken en hun vernuft gespitst heeft.

Juist dit echter beweegt mij om hier de handelwijze te vermelden, waarvan ik mij sedert eenigen tijd bedien, doch welke zoo uiterst eenvoudig is, dat men het schier overbodig zoude achten er gewag van te maken, indien de ervaring niet ook hier wederom geleerd had, dat het eenvoudigste en schijnbaar het eerst voor de hand liggende soms het laatst voor den geest komt.

Langs den voorkant en aan den naar regts gekeerden kant van het dekplaatje (z. fig. 59 pl. II) worden strookjes papier *ab* en *bc* geplakt, waarop eene verdeeling is aangebragt, even als op een maatstok. Ten einde niet genoodzaakt te zijn telkens zulk eene verdeelde schaal met de pen te maken, heb ik haar op steen doen graveren. Elk der kleine verdeelingen is gelijk aan $\frac{1}{3}$ millim. De afdrukken worden aan de keerzijde met gomwater bestreken, zoodat de verdeelde schalen voor het gebruik slechts behoeven afgeknipt en na bevochtiging opgeplakt te worden.

Om dan met behulp van deze beide schalen de plaats aantewijzen, waar het voorwerp zich bevindt, handelt men (even als trouwens ook bij het meerendeel der boven beschreven indicators) op dezelfde wijze als bij de plaatsbepaling op den aardbol, namelijk door de aanduiding van de lengte en breedte van het bedoelde punt, door middel van twee coördinaten of regthoekig elkander kruisende lijnen, die tevens evenwijdig loopen met de randen van het dekglas en van de voorwerpplaat. Kent men dan de beide punten, waar genoemde lijnen de op het dekplaatje geplakte verdeelde schalen snijden, dan is daarmede eens en voor altijd het door het voorwerp ingenomen punt aangeduid door twee cijfers,

die men kan opteekenen. Daartoe nu kan ieder regthoekig afgesneden stukje papier dienen, waarvan, indien het op het dekglas gelegd wordt, twee regthoekszijden de beide schalen loodregt snijden, terwijl hun hoekpunt boven de plaats van het voorwerp ligt. Indien men dan zulk een praeparaat aan eenen anderen verzendt en daarop de beide cijfers der schalen aanteekent, die de plaats van het voorwerp aanwijzen, dan heeft deze slechts een dergelijk zuiver regthoekig gesneden stukje papier op gelijke wijze op het praeparaat te leggen, om zeker te zijn, dat nu ook het hoekpunt juist boven het bedoelde voorwerp is.

Voor het eerste bepalen van de plaats des voorwerps, terwijl dit zich in het midden des gezigtvelds van het mikroskoop bevindt, is echter een stukje papier minder geschikt dan een koperplaatje, omdat het eerste, wanneer het dun genoeg is, zich ligtelijk plooit en ombuigt, zoodat het niet geheel vlak op het dekplaatje ligt en bovendien niet gemakkelijk genoeg wordt vastgehouden. Daarom geef ik de voorkeur aan een vierkant koperen plaatje (fig. 40 en 41), hetwelk aan de voor het gebruik bestemde regthoekskanten scherp is toegevijld. Om het vast te kunnen houden, is daarop (bij *d*) een klein langwerpig vierkant plaatje vast gesoldeerd, dat in eene schuinsche rigting is geplaatst, in dier voege, dat men, dit met een pincet aangrijpende, om het plaatje onder het mikroskoop regthoekig op het dekglas te leggen, de meest gunstige houding voor de hand heeft, die men echter wel zal doen daarbij op eene onderlaag te doen steunen.

In de plaats van een scherpe hoekpunt, die ligtelijk gevaar zoude loopen bij veel gebruik afgestompt te worden, is het plaatje van een klein ringvormig aanhangsel (fig. 41 *e*) voorzien, hetwelk alleen dient ter bescherming van een kleine

spits of wijzer, waarvan de punt juist de plaats aanwijst, waar de verlengden der beide regthoekszijden elkander ontmoeten. Even goed, zoo niet nog beter voldoet echter de in fig. 40 afgebeelde inrigting, waar het kleinere ringvormig aanhangsel (*f*) eene ronde opening van omstreeks $\frac{1}{5}$ millim. heeft, welks middelpunt dezelfde plaats aanduidt.

Eindelijk moet zulk een plaatje nog voorzien zijn van twee tegenwigten *g* en *h*, om te beletten dat het van het dekplaatje afvalt, wanneer het voorwerp zich ver buiten het midden bevindt. Deze tegenwigten zijn dunne koperdraden, die aan het vrije einde elk een kort cylindertje dragen en flaauw bovenwaarts gebogen zijn.

Wanneer men zich in het gebruik van zulk een plaatje ter plaatsbepaling der voorwerpen eenigzins geoefend heeft, dan is het niet moeijelijk, bij vergrootingen van 50 tot 200 maal en zelfs meer, daarmede die plaats naauwkeurig genoeg aantewijzen, om van minder dan $\frac{1}{3}$ millim. in beide rigtingen, derhalve van $\frac{1}{9}$ □ millim., zeker te zijn, hetgeen voor het beoogde doel wel als volkomen toereikend kan beschouwd worden.

Deze handelwijze voldoet derhalve geheel aan de vereischten van eenen algemeenen indicator en maakt alle andere zich aldus noemende inrigtingen overbodig. Zij zoude ook kunnen worden aangewend gedurende den loop van een gewoon onderzoek, waarbij men achtereenvolgens eene reeks van praeparaten maakt, zonder daarom het oogmerk te hebben deze allen in de verzameling te bewaren. Nog eenvoudiger en praktischer is dan echter eene andere, die mij onlangs door H. Hoffmann, hoogleeraar te Giessen, werd medegedeeld. Deze heeft op de voorwerptafel van zijn mikroskoop, ter weerszijden der opening, twee kruisen

gesneden, het eene in den vorm van ×, het andere in die van +. Heeft men nu eenig voorwerp in het gezigtsveld, dat men later spoedig wenscht terug te vinden, dan worden op het glasplaatje met inkt twee dergelijke kruisen, juist boven die der voorwerptafel getrokken. Hiermede is de plaats van het voorwerp bepaald, want wordt later het glasplaatje weder zoo op de voorwerptafel gelegd, dat dezelfde kruisingspunten elkander bedekken, waarbij de verschillende gedaante der kruisen voldoende is om aantewijzen welke de voor- en achterrand van het plaatje is, dan moet ook het voorwerp weder nagenoeg in zijnen vroegeren stand zijn teruggekeerd.

42. Ten slotte deel ik hier nog eene handelwijze mede, die van veel nut is bij demonstratien, wanneer men eenig voorwerp of een deel daarvan in het gezigtsveld aan een ander persoon, die door het mikroskoop ziet, wil aanwijzen.

Deze handelwijze steunt op hetzelfde beginsel, als de vroeger (bl. 128) door mij beschrevene, die dient om de oppervlakte van voorwerpen te meten, namelijk de vorming van een beeld door middel van den achromatischen verlichtingstoestel in het gezigtsveld, dat men dan te gelijker tijd met het voorwerp ziet.

Men kan zulks op verschillende wijzen doen. Men teekene b. v. op een der vensterglazen, waardoor het mikroskoop licht ontvangt, met inkt of nog beter met zwarte verw, een of meer ruitjes of cirkeltjes, bij elk waarvan men een cijfer kan plaatsen. Door dan den platten spiegel daarheen te keeren, kan men dezen zoo bewegen, dat hunne beelden juist op die plaatsen van het gezigtsveld vallen, waarop men de aandacht wil vestigen. In de plaats van op glas geteekende figuren, kan men ook op de eene of andere wijze

op den weg der lichtstralen eene metalen naald plaatsen, waarvan het beeld in het gezigtsveld als wijzer verschijnt, zoodat de spits naar het bedoelde punt is toegekeerd.

Dat deze methode trouwens nog velerlei wijzigingen toelaat, die in bepaalde gevallen kunnen te stade komen, spreekt van zelf.

Alleen bij zeer sterke vergrootingen verliest zij iets van hare toepasselijkheid, omdat dan de beelden, die voor de aanwijzing moeten dienen, zelve zeer vergroot en daarbij veel minder scherp worden.

Aan het eerste bezwaar kan echter op drieërlei wijzen worden te gemoet gekomen.

1°. door de verkleining van het voorwerp (het ruitje, kringetje, de naald enzv.), dat tot vorming van het beeld dient;

2°. door het bezigen van een sterker lenzenstelsel in den verlichtingstoestel;

3°. door vergrooting van den afstand tusschen het voorwerp en het mikroskoop.

Wat het tweede bezwaar aangaat, zoo is dit van even weinig gewigt, want ook dan wanneer het beeld reeds alle scherpte verloren heeft en zich de randen daarvan geheel nevelachtig vertoonen, is het voor het oogmerk, waartoe men het hier aanwendt, zelfs bij aanzienlijke vergrooting, b. v. van vijf of zeshonderd maal, nog duidelijk genoeg zigtbaar.

## NASCHRIFT.

Nadat dit werkje reeds nagenoeg afgedrukt was, ontving ik van **Rud. Wagner** eenen afdruk van een stukje, door hem aan de *Königliche Gesellschaft der Wissenschaften* te Göttingen den 5den November van dit jaar voorgelegd (2). Daarin wordt verslag gegeven van eenige onderzoekingen der HH. Kupffer en Keferstein over het elektrische orgaan van *Gymnotus electricus*, waaraan Wagner zelf eenige opmerkingen knoopt over de peripherische uiteinden der zenuwen in het algemeen. Aan het slot van dit stukje vermeldt hij de mikroskopen van twee nieuwere Duitsche vervaardigers, die mij tot dusverre onbekend waren, en waarvan ik derhalve ter gelegener plaatse geene melding heb kunnen maken.

De eerste is Hensoldt te Sonnenberg. Wagner zegt er van: dat zijne mikroskopen eene nabootsing zijn der Kellnersche, en dat, indien zij deze in een optisch opzigt niet geheel evenaren, zij daarentegen, wat het werktuigelijke betreft, de voorkeur verdienen. Deze werktuigen kosten 50

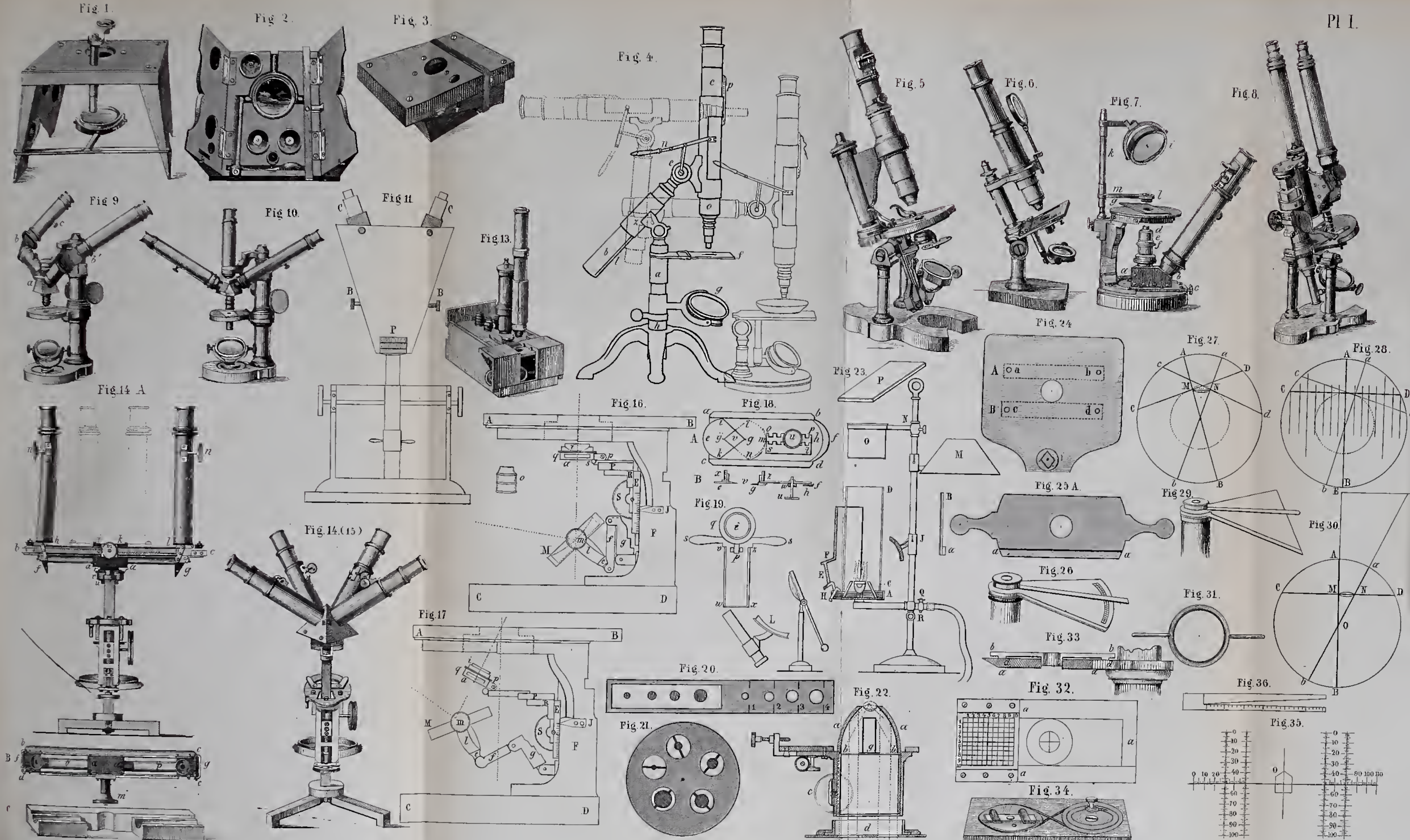
---

(1) *Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen.* 1857 N°. 19 p. 253.

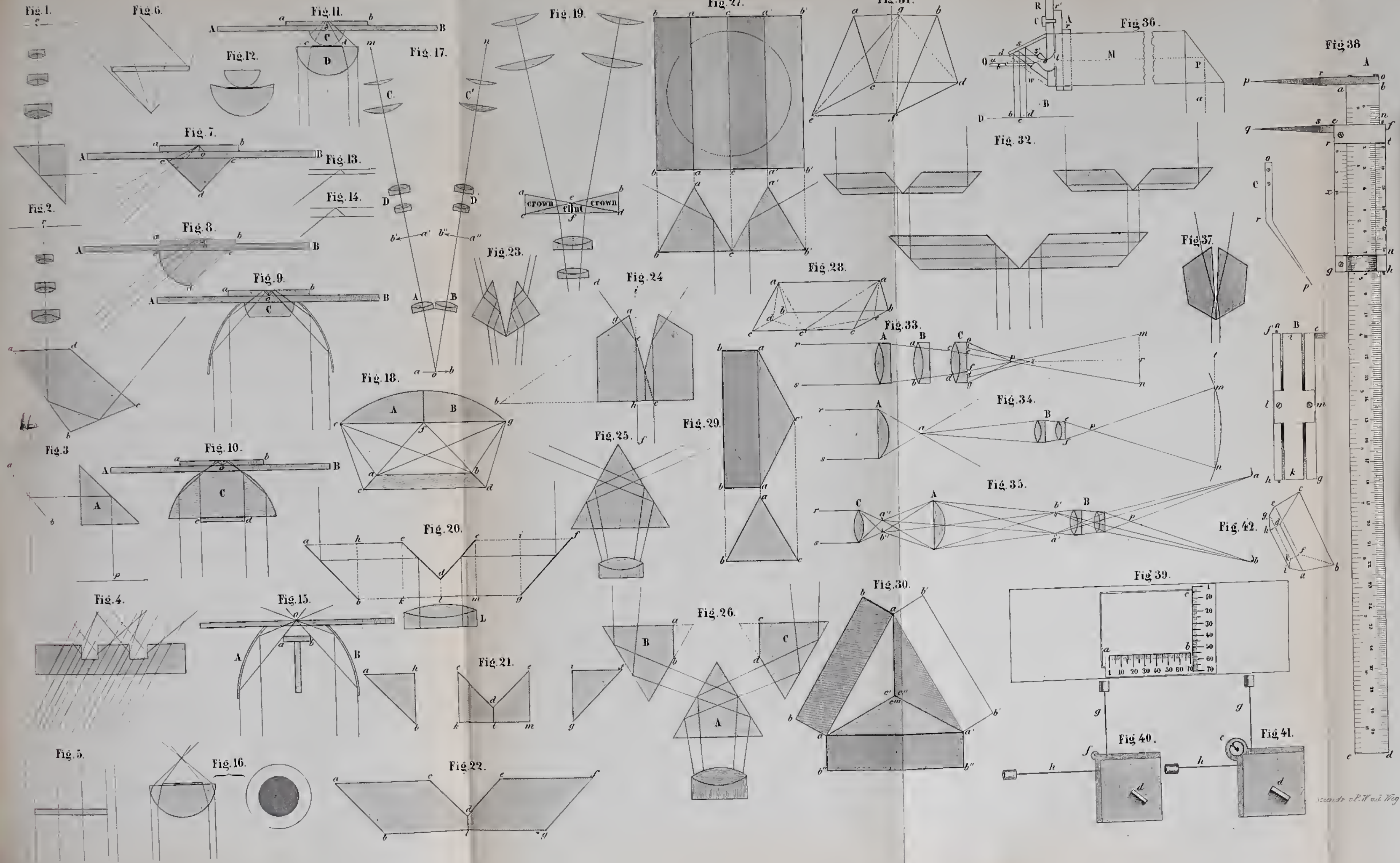
Thaler en zijn voorzien van twee lenzenstelsels en drie oculairen, waarvan Wagner echter het sterkste onbruikbaar vond.

De tweede is Krüss te Hamburg. Deze vervaardigt mikroskopen in den vorm der kleine *microscopes coudés* van Oberhäuser en Schieck. Zij hebben den voorbeeldeloos geringen prijs van 20 Thaler en zijn, volgens Wagner, voor het eerste onderrigt en voor de meest gewone histologische onderzoekingen in hooge mate aanbevelingswaardig, daar zij eene 300 malige zeer klare vergrooting geven en werkelijk voor zeer vele onderzoekingen geheel toereikend zijn, terwijl ook hun mechanisch gedeelte zeer bruikbaar is.

Pl I.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig 9
Fig. 10.
Fig 11
Fig. 13.
Fig. 14 A
Fig. 14.(15)
Fig. 16.
Fig. 17
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig 23.
Fig. 24
Fig. 25 A.
Fig. 26
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig 29
Fig 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.

Pl. II.


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
crown
flint
crown
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38
Fig. 39.
Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.